cat- 25742
19- 12- 12

AN ELEMENTARY COURSE

OF

CIVIL ENGINEERING

IN HINDI

PART. III.

IRRIGATION WORKS

BY

NAVINA CHANDRA RAI.

Published under the auspices of the

PUNJAB UNIVERSITY.





LAHORE:

Printed by Barkat Ram, at the "Anjuman-i-Punjab" Press.

1883.

First Edition 500 copies. Price Eight

16

निर्म्माण विद्या

तृतीय भाग

नहर और उसके पुल झाल अवरोध आदिके
निर्म्माण के विषय मे

श्री नवीन चन्द्र राय कृत

पञ्जाब महाविद्यालय के निमित्त प्रकाशित

लाहोर

सन १८८२ ई०

अञ्जुमनइ पञ्जाब प्रेस मे मुद्रित

मूल्य ।।)

प्रथमवार
५०० प्रत

Price Rs: /8/=

विज्ञापन

यह पुस्तक रुड़की के निर्म्माण शास्त्र विद्यालय की प्रकाशित नहर विषयक अङ्गरेजी पुस्तक का अनुवाद है जो ग्रन्थ कर्त्ताने श्रीमन्महाराज जम्बू काश्मीराधिपति के निमित्त किया था। अब यह पञ्जाब महाविद्यालय के विद्यार्थी पण्डितों के निमित्त "पञ्जाब युनिवर्सिटि" के व्यय से मुद्रित और प्रकाशित हुई है और उस युनिवर्सिटि के रेजिष्ट्रार साहेब के दफतर से मिल सकती है। जो इसे सम्यक प्रकार पढ़ेगा उसे नहर पुल आदि के बनाने की अच्छी सामर्थ्य होजायगी॥ ॥ ॥







निर्म्माणविद्या

तृतीयभाग

जलसेकविधान

नहरों के बनाने की रीति

१। खेतों मे जल सेक के दो प्रकार उपाय हैं। प्रथम प्रकार – झील, कूप, और नदी, नाले प्रभृति के सावन द्वारा जल सेक, द्वितीय प्रकार, – नहर और सरोवरों के द्वारा जलसेक। इनमे से हम नहरों के निर्म्माण की रीति का वर्णन आरम्भ करते हैं। नहरें भी दो प्रकार की होती हैं, एक नौका चालन योग्य अर्थात् यातायात का उपाय, दूसरी खेतों मे जलसेक की उपयोगी। जलसेकार्थ जो नहरें बनाई जाती हैं उनकी भूमि जहां तक सम्भव हो ऊंची रक्खी जाती है, ताकि दोनों पार्श्व के खेतों मे बहुत दूर तक पानी ढाल से लगसके, और इन नहरों का प्रवाह भी अच्छा होता है ताकि नदी से जल राशि का निरवच्छिन्न आगम नहर मे रहे और

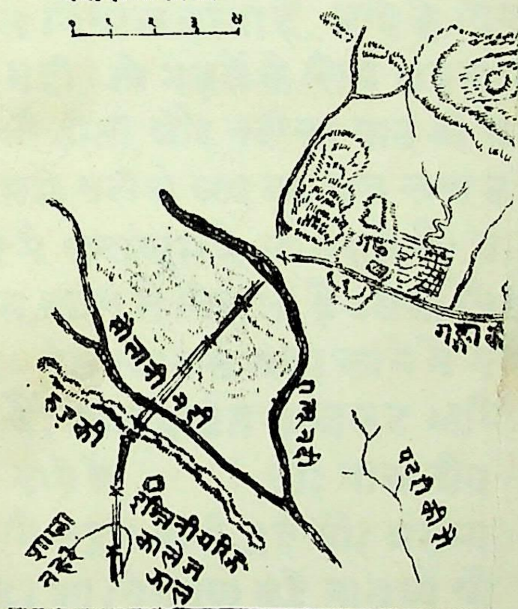
सेक द्वारा जितना जल व्यय हो उसकी पूर्त्ति होती रहे। नौकायात्रा योग्य जो नहरें बनाई जाती हैं वे उक्त स्वभाव के विरुद्ध होती हैं; उनके जल का वेग कुछ मन्द होना चाहिये ताकि नाव का आना जाना दोनों दिशा मे सुगम हो; और जो कि इन नहरों मे जल का व्यय प्राय नहि है (ऊष्मता प्रभृति से जो कुछ शुष्क होजाय उतनाहि है), इसलिये इनकी भूमि नीची रखने मे लाभ है। वस्तुत जलसेकार्थ जो नहरें बनाई जाती हैं, वे (जहांतक इस मुख्य उद्देश को पूरा करके होसके) नौ चालन योग्य भी रक्खी जाती हैं। हमारे वर्णन का विषय यहां यहि (जलसेकार्थक) नहरें हैं।

२। प्रथमतः विचार का विषय यह है कि नहर का जल कहां से लेना है। किसी ऐसी नदी से तो अवश्य लेना पड़ेगा जो कभी शुष्क नहि होती जिसमे बारह महिना जल का प्रवाह रहता है, पर उस नदी के किस स्थान से नहर काटना उचित है यह बात बहुत विवेचना सापेक्ष है। नहर की भूमि ऊंची रखने की आवश्यकता है, तो, उसका आरम्भ भी नदी के ऐसे स्थान से चाहि-

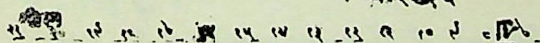
पट १

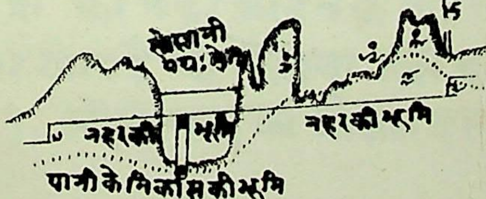
गङ्गा की नहर का उदीख





परिच्छेद





ये कि जो नहर की भूमि से ऊंचा हो। इसके लिये प्रायशः वह स्थान निर्धारित होता है जहां नदी पर्वत को त्याग करती है अथवा उसके निकटवर्ती कोई स्थान; क्योंकि यह स्थान प्रायशः ऊंचा होता है, सिवाय इसके इस स्थानका जल निर्मल होता है, दृष्टि के सिवाय उसके साथ मट्टी (जो नहरों के लिये शत्रुस्वरूप है) नहि मिली होती, और नदीका पाट भी अल्प होता है, जिससे नदी के आर पार बन्द लगा कर जलको नहर मे अनायास से ला सकते हैं। गङ्गा की नहर जिस स्थान से निकली है उसका चित्र-पट १मे देखो। ऐसे स्थान से नहर लाने मे यद्यपि कई कष्ट भी हैं, यथा पर्वत सन्निकट भूमि मे ढाल अत्यन्त होने से,   और पार्वतीय नलों के द्वारा भूमि बहुत कटी हुई और असमान होने से वहां नहर का निर्माण बड़े चातुर्य और व्यय साध्य है पर इक्कीस हेतुओं से इन कष्टों को स्वीकार करना पड़ता है।

३। फेर नहर काटने के पहिले यह बात विचार योग्य है कि कितना जल हमे आवश्यक है ?, क्योंकि नहर का आकार इसी पर निर्भरक

करता है। इसका उत्तर दो बातों पर निर्भर करता है, एक तो यह कि कितनी भूमि मे जलसेक की आवश्यकता है, दूसरी यह कि कितना जल नदी से मिल सकता है जब कि वह अत्यन्त उतराव पर है। जलसेक योग्य भूमि यदि अधिक हो, और नदी से प्राप्य जल अल्प तो शेषोक्त के अनुसार ही नहर को बनाना पड़ेगा।

५। हरिद्वार मे, जहां गङ्गा पर्वतों को त्याग करती है, उसका न्यूनतम प्रवाह प्रति सेकेण्ड ८,००० घन फ़ुट अनुमित हुआ है, इसमे से ६,७५० घन फ़ुट प्रवाह योग्य गङ्गा की नहर बनायी गई है। इसमे आपाततः यह सन्देह होसकता है कि ८,००० फ़ुट मे से जब ६,७५० फ़ुट निकाल लिया तो नदी मे अवशिष्ट जल तो बहुत थोड़ा रहगया उसमे नौ चालन क्योंकर सम्भव है? पर वास्तव मे बात यह हय कि ८,००० फ़ुट दृश्य जल राशिमात्र का परिमाण है; नदीगर्भ के नीचे स्तरों मे बहुत जल अनुप्रविष्ट रहता है, जो नीचे आकर नदी मे निकल आता है। परीक्षा से यह बात ज्ञात हुई है कि गङ्गा मे से उसका अधिकांश जल नहर मे लेलेने से भी, उक्त हेतु प्रयुक्त नीचे

आकर उसमे नदी चालन योग्य यथेष्ट जल रहता है। सतलज की नहर मे, जो अब बनरहीहै, प्रति सेकण्ड ३००० घन फुट साधारण प्रवाह अनुमित हुआ है; इसमे से ३०० घन-फुट नौचालनार्थ रक्खा गया अवशिष्ट २७०० घन फुट सेकार्थ; तथा वर्षा ऋतु मे ४,५०० घन फुट, और अधिकतम प्रवाह प्रति सेकण्ड ६,००० घन फुट समझा गया है।

५। एक घन फुट पानी से कितना सेक कार्य सम्पादित होता है, इसका निर्धारण कई बातों पर निर्भर करता है, एक तो खेत की मृत्तिका का प्रकार (क्योंकि कोई मृत्तिका अधिक जल लेतीहै कोई अल्प), दूसरे शस्यका प्रकार (क्योंकि कोई शस्य अधिक जल चाहता है कोई अल्प), तीसरे नहर से खेतकी दूरी (क्योंकि जल जितने दूर जायगा उतनाहि पथमे उसका शोषादि द्वारा अधिक अपचय होगा) चौथे वायु की अवस्था (क्योंकि भीजी वायु से शुष्क और उष्णवायु मे जल शोष अधिक होता है)। गङ्गा और बारी दुआब की नहरों के निर्माण के समय यह अनुमित हुआथा कि प्रतिसेकण्ड एक घन फुट पानी के प्रवाह से

२१८ एकड़ भूमिमे जलसेक होता है; और इस प्रकार से सिक्त एक एकड़ भूमि के साथ अपहत (खाली पड़ी हुई) और देवमातक (जिसमे दृष्टिके जल सेहि शस्य होता है) भूमिका परिमाण दो एकड़ और ग्रहण करके, प्रति घन फुट पानीमे १९४ एकड़ (वा एक वर्ग मैल) भूमि का कार्य्य निर्वाह होसकता है। सोन की नहर मे पौन फुट पानी की आवश्यकता १ वर्ग मैल के लिये अनुमित हुई थी। यमुना की प्राच्य नहर की १८९०।९१ सन की रिपोर्ट मे लिखा हुआ है कि प्रति सेकण्ड एक घन फुट पानी से २९६ एकड़ भूमि का सेक हुआ। मद्रास देश मे प्रति सेकण्ड एक घन फुट का प्रवाह ४० एकड़ धान वा १०० एकड़ इख के योग्य समझा जाता है। इस विषय मे और जितनी परीक्षा होगी उतनाहि अधिक ठीक ज्ञान होगा। गङ्गा के नहर के सर्व्व प्रधान कारली साहब ने अनुमान किया है कि एक मैल लम्बी नहर के लिये ८ घन फुट पानी का प्रवाह बहुत है। सतलज (शतद्रु) की नहर मे मैल पीछे ६।° फुट का प्रवाह समझा गया है।

६। नहर यदि नौका चालन योग्य भी रक्खी जाय तो सर्व्वत्र एक न्यूनतम गहराई जल की

निर्दिष्ट होनी चाहिये, ताकि उस न्यूनतम गहराई के लिये जितना जल आवश्यक हो, वह क्षेत्र से-कार्यक जल से अतिरिक्त लिया जाय। सोन की नहरों मे प्रति सेकण्ड ६०० घन फुट जल नौचालनार्थ अतिरिक्त लिया गया है; बारी दुआब की नहर मे १३० फुट; और गङ्गा की नहर मे ४०० फुट।

७। ऐसा भी होता है कि नहर के पास की बहुत भूमि कृषि कार्य्य योग्य न हो, अर्थात् भूमि ऊषर हो, दलदल वाली हो, घास वा लकड़ी की रख हो, अथवा बसती मे आगई हो इत्यादि। जलसेक योग्य भूमि के अनुमान के समय इस प्रकार भूमि को अवश्य निकाल देना चाहिये।

८। चौड़ाई से गहराई का सम्बन्ध, यमुना की प्रतीच्य नहर मे (जो धारा ने स्वयं कर लिया है) परीक्षा से ज्ञात हुआ कि १२ मे १ है। बारी दुआब की नहर के निर्म्माण के समय यह सम्बन्ध १५ मे १ रक्खा गया। और सतलज की नहर मे ४ मे १। यह स्पष्ट है कि नहर को नौकोपयोगी रखना हो तो न्यूनतम चौड़ाई यह है कि एक नाव दूसरी के पास से (बिना रुकाये) निकल जाय; और न्यूनतम गहराई वह है कि जिसमे नाव तरसके प्रायशः ३॥ फुट।

सतलज की नहर में साधारण गहराई ६ फुट, वर्षा काल की गहराई ७.६ और अधिकतम गहराई ९.५ रक्खी गई है।

९। पार्श्व सलामी खनन कार्य के सौकर्य्य पर निर्भर करती है। सतलज की नहर में १ फुट में १५ फुट सलामी रक्खी गई है।

१०। जल का परिमाण, और चौड़ाई से गहराई का सम्बन्ध, तथा नौचालनोपयोगी उनका न्यूनतम परिमाण स्थिर करके, नहर का परिच्छेद निरूपण करने के पहिले एक और मुख्य विषय का निरूपण आवश्यक है, अर्थात् नहर की भूमि की सलामी। यदि सलामी (जितनी चाहिये उससे) अधिक हो तो नदी की भूमि(१) कट जायगी, और सेतु प्रभृति की नीव के उखड़ जाने का भय होगा; अधिकन्तु नाव प्रभृति को प्रवाह के विरुद्ध लाना बड़ा कठिन होगा। और सलामी यदि अल्प हो तो निर्दिष्ट परिमाण प्रवाह के निमित्त नहर का परिच्छेद (जितना आवश्यक है उससे) बड़ा करना पड़ेगा और बहुत से अतिरिक्त अवपात(२) अवरोध प्रभृति जिनका वर्णन आगे होगा बनाने पड़ेंगे, सिवाय इसके नहर के गर्भ से बहुत पङ्क

(१) bed (२) Falls (३) Locks

(मट्टी) इकट्ठे हो जाने और उद्भिज्ज घास प्रभृति के उत्पन्न होजाने का भय होगा। अतएव आवश्यक है कि सलामी न अधिक हो न अल्प हो दोनों के मध्य में रहे, परन्तु यह सर्व्वदा होना कठिन है, क्योंकि यदि उचित वेग के अनुसार सलामी रक्खी तो इस वेग के लिये जल की एक निर्दिष्ट गहराई होने से, उससे अधिक गहरा जल कभी लाना हो तो वेग बढ़ जायगा और वह सलामी अधिक परिगणित होगी। इसलिये जहां तक होसके अनुमान से आवश्यक गहराई और वेगानुसार सलामी रखनी चाहिये; (यह स्मरण रखना चाहिये कि जल की गहराई वा भूमि की सलामी ज्यों २ अधिक होगी त्यों २ जल का वेग भी अधिक होगा)। पङ्क का सञ्चय और उद्भिज्ज की उत्पत्ति निवारण के लिये न्यूनतम वेग प्रति सेकण्ड प्राय १ ½ फुट समझना चाहिये, सो न्यूनतम गहराई निर्दिष्ट हो जाने से हम गणना कर सकते हैं कि किसी विशेष परिमाण जल राशि की प्राप्ति के लिये न्यूनतम सलामी क्या है। साधारण परिमाण न्यूनतम सलामी का मैल पीछे ८ इञ्च है, पर आवश्यकतानुसार कभी २ इससे भी न्यून होता है;

सतलज की नहर मे प्रायशः ८००० फुट मे १ फु-
ट की सलामी रक्खी गई है। अधिकतम सला-
मी का निर्धारण करना ऐसा सुकर नहि। पहिले
तो मृत्तिका के प्रकार भेद से इसका परिमाण वि-
भिन्न होता है; नहर की भूमि प्रस्तरमयी हो तो
वह प्रति सेकण्ड २ फुट का वेग भी सह सकेगी,
पर वालुकामयी भूमि ५ इञ्च के वेग से भी उ-
खड़ सकती है। फेर, अधिकतम वेग जिसके प्र-
तिकूल नाव जा सके निर्धारण करना कुछ क-
ठिन है, क्योंकि वह नाव के प्रकार, बोझ, और
उसके गतिकारक बल, अर्थात वह वाष्प से,
पशुओं से वा मनुष्यों से चालित होती है, इन
सब बातों पर निर्भर करता है। गङ्गा की नहर
मे कुछ परीक्षा से दृष्ट हुआ था कि प्रति सेकण्ड
२·८६ फुट के वेग से जलने तट का काट ले जाना
रहित किया हि था और कुछ थोड़ा सा पङ्क भी
सञ्चित किया था; (अर्थात इससे अधिक वेग हो-
ता तो वह तट को अवश्य काट ले जाता) समभू-
भाग की साधारण मृत्तिका मे, सब बातों पर दृष्टि
रखकर, इन नहरों का अधिकतम वेग प्रति से-
कण्ड २ फुट तक रक्खा जा सकता है। जारी हुआ-

व नहर के उपरले भाग में जहां भूमि मट्टी और प्रस्तर चूर्णकी है मेल पीछे ५·२ फुटकी सलामी है, पर यहां नौचालन की आवश्यकता नहि है। गङ्गाकी नहर प्रति मेल २ फुट सलामी से आरम्भ होती है, पर थोड़े आगे चलकर हियह सलामी १½ फुट रह जाती है, मुख्य सलामी इस नहर की यहि है। जल यदि ५ फुट से अधिक न हो तो इस सलामी से जितना वेग होता है वह कार्य्योपयोगी है; अर्थात उसवेग में पुल प्रभृति भी ठहर सकते हैं; और नीचे की ओर नाव भी जा सकती है। यदि नाव को ऊंपर (अर्थात् स्रोत के प्रतिकूल) लाना हो तो सलामी को कुछ न्यून करना चाहिये। परन्तु इस नहर में जब ६, ७ वा ८ फुट पानी छोड़ा जावे तो वेग निस्सन्देह अधिक होजायगा और सम्हाला न जा सकेगा। सतलज की नहर में ६ फुट से ९·५ फुट तक जल की गहराई रक्खी गई है, पर नहर की भूमि की सलामी ऐसी अल्प रक्खी गई है कि जिससे वेग २·४ फुट से लेकर २·६० फुट के भीतर २ रहे। सोन की नहरों में वेग प्रति सेकण्ड प्राय ३ फुट (घण्टे में २ मेल) रक्खा गया है, पार्श्व-

सलामी (मे १ है) और नहर की भूमि की चौड़ाई गहराई के फुटों मे १ जोड़ कर उसका वर्ग करने से जितने फुट हों उतनी रक्खी गई है।

(१) उक्त विवेचना से, अब हम नहर का परिछेद गणित शास्त्रीय ध्रुवों के द्वारा निर्धारण कर सकते हैं। प्र यदि किसी स्थल मे जल राशि प्रवाह के घन फुटों का निर्देशक हो, म यदि नहर का (वर्ग फुटों मे) परिछेद मान हो, और व (प्रति सेकण्ड फुटों मे) मध्यम वेग उस स्थल का हो, तो स्पष्ट है कि प्र = म व।

जलगति[1] शास्त्र विद् उडआट, नेविल प्रभृति ने व का मूल्य निर्धारण करने के लिये कई ध्रुव लिखे हैं, उन मे से कोई २ बड़े विस्तार और झगड़े के हैं। एक ध्रुवा (नेविलका) यह है-

$$व = वि \sqrt{\frac{ग}{ह}}$$

यहां ग = जलीय मध्यम गहराई,*

ह = नहर की भूमि की सलामी ज्ञापक भिन्न राशि का हर[2] जब कि अंश[3] १ है,

वि = एक विशेषगुणाङ्क[4], जो प्रति सेकण्ड ध

* जल के परिछेद मान को उसाबव चौड़ाई (अर्थात् चौड़ाई की भूस्पर्श रेखा) से विभक्त करने से यह गहराई निकलती है (इस बनाने की रीति के ७ वें परिछेद (१) की टीका देखो)।

(१) Hydraulics (२) Denominator (३) Numerator
(४) Co-efficient

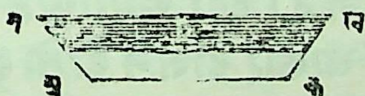
फुट वेग तक ८० लियागया है और अधिक वेग के लिये (यथा पार्व्वतीय नालों मे) ९३।

ड्रायर साहब का ध्रुवा यह है -

$$व = \cdot ९२ \sqrt{गस}$$

यहां ग इव्वेवत है, और स = नहर की भूमि की प्रति मैल फुटों मे सलामी। यह ध्रुवा सीधा है और नहर के साधारण प्रवाह निर्धारण के लिये यथेष्ट है। उदाहरण - कल्पना करो कि प्राप्य जल राशि का न्यूनतम परिमाण प्रति सेकण्ड २००० घन फुट है, और हम नहर को ऐसी करना चाहते हैं कि जब आवश्यक हो उसमे ४००० फुट तक जल आसके; नहर की भूमि की मुख्य सलामी हम मैल पीछे १.५ फुट रक्खेंगे; और पार्श्व सलामी ४५° की रक्खेंगे, अब मुखपर(१) नहर भूमि तक की चौड़ाई निर्धारण करने के लिये

(चित्र १)



कल्पना करो कि गहराई चौड़ाई से वह सम्बन्ध र-

(1) Head of the Canal

रहेगी जो १ : १५ से, और गहराई को य कहें, तो अक = १५ य, खग = २० य, और परिच्छेदमान होगा = १९ य², और जोकि अग = कख = $\sqrt{२य^२}$, इसलिये चौड़ाई की उच्चावच वा भू स्पृष्ट रेखा = १५ य + २ य $\sqrt{२}$, और जलीय मध्यम गहराई = ग = $\frac{१९ य}{१५ + २\sqrt{२}}$; और ड्रायर के ध्रुवे से, व = ·९२ $\sqrt{२ग क्ष}$ = ·९२ $\sqrt{३ग}$ = ·९२ $\sqrt{\frac{५८ य}{१५ + २\sqrt{२}}}$ = १·५४ $\sqrt{य}$, और प्रवाह = प्र = ४००० = १९ य² × १·५४ $\sqrt{य}$ = २९ $\sqrt{य^५}$; अतएव $\sqrt{य^५}$ = १३६·९८ और य = ७·१४, अतएव भूमि की चौड़ाई १५ य = १०७ फ़ुट। अथवा य का कोई मूल्य कल्पना करके कई बार गणना द्वारा क्रमशः उसके ठीक मूल्य के निकट आसकते हैं। अथवा केवल कम्पास (समतलज्ञापक) यन्त्र द्वारा पृथिवी की ढलामी अवगत होकर पूर्वोक्त विवेचनानुसार गहराई निर्धारित हो सकती है, और गहराई से भूमि की चौड़ाई भी अनायास से निर्धारित हो सकती है। और अभीप्सित प्रवाह के लिये यदि यह आकार ठीक न हो तो हमें गहराई और चौड़ाई का सम्बन्ध बदलना पड़ेगा अथवा भूमि की ढलामी न्यूनाधिक करनी पड़ेगी।

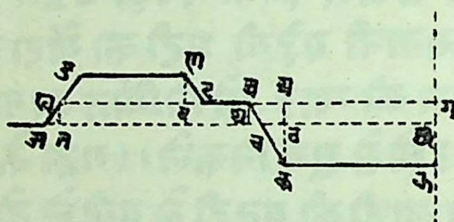
१२। नहर का परिच्छेद और उसकी भूमि की

सलामी निर्धारित होजानेसे फेर यह विचार आवश्यक है कि जलका उपरिभाग भू.पृष्ठ के ऊपर होना चाहिये कि नीचे; ऊपर होनेसे जल के निरोध केलिये मट्टी की पटड़ी(१) बनानी पड़ती है। यदि केवल उपरिभागहि नहि वरन्च सारा जल भू.पृष्ठ(२) के ऊपर हो तो पटड़ी बहुत चौड़ी भारी और दृढ़ बनानी पड़ेगी, मट्टी का गोंदा बना बना कर दिवाल की न्याई उसे निर्म्मित करना होगा, ताकि पानी उसमे से चून निकले। (गङ्गा के नहरकी) प्रसिद्ध सोलानी की पटड़ी मे पहिले तो डोल चिनाई हुई है और उसके पीछे मट्टी का पुशता प्राय १८ फुट ऊंचा और ४० फुट मोटा लगाया गया है। नहर का जलभाग भू.पृष्ठ के ऊपर होने से यद्यपि खेतों मे जलसेक बहुत सुकर होजाता है, पर इस प्रकार पटड़ी के बनाने मे व्यय बहुत होता है, और वह पटड़ी यदि किसी स्थानमे टूट जाय तो शस्य प्रभृति की बड़ी हानि होती है। श्रेष्ठ बात यह है कि नहर का जल कुछ भू.पृष्ठ के नीचे हो और कुछ उसके ऊपर ताकि नहरकी खुदाई से जो मट्टी निकले उसी से पटड़ी बनसके और जल राशि का जो भाग भू.पृष्ठ के ऊपर हो वह

(१) Embankment (२) Natural surface of the

दोनों के से कार्य भी यथेष्ट हों, अतएव इस निय-
म की नेकयता जहांतक सम्पादित होसके उत-
नी हि नहर अच्छी बनेगी। यह उद्देश्य जिस प्रका-
र परिच्छेद से सिद्ध होसकता है उसका चित्र यह है*

(चित्र २)



* कल्पना करो कि

२य = नहर की चौड़ाई तली कपर

व = नहर की गहराई तक

ल = खुदाई की आवश्यक गहराई

श = खव के ऊपर पटड़ी का वर्गमान

स = गड के नीचे नहर का वर्गमान

यह स्मरण रखना चाहिये कि श और स सर्वत्र एक से हि रहेंगे, अर्थात उन के मूल्य में अन्तर नहि आवेगा भूपृष्ठ चाहे कैसी हि हो।

अब हमारा प्रयोजन यह है कि गहराई व क निरूपण करें, ताकि नकक्ष का वर्गमान = खचजउण के वर्गमान के।

अर्थात स − वनक्षग = श + खचजण,

वा, स − (वग + यक्ष)/२ × (व − ल) = श + (खव + जव)/२ × (व − ल),

वा, (व − ल)/२ {(वग + चक्ष) + (खव + जव)} = स − श (१),

मानो कि वख = र. इ = चक का ढलाव, ई = जउ का ढलाव,

तो जत = खत को स्पर्शी ई = (व − ल) को स्पर्शी ई,

कभी २ यह आपत्ति होती है कि भरट के ऊपर नहर का जल रहने से आस पास की भूमि आर्द्र हो जाती है, और उससे रोग फैलता है। पर भरट के

थच = (व - ल) कोस्पर्श इ। और जच = ह + (व - ल)(कोस्पर्श इ + कोस्पर्श ई) ∴ चल + जच = २ ह + (व - ल)(कोस्पर्श इ + कोस्पर्श ई)

अब, गच = अग + अथ = य + व कोस्पर्श इ
चक्ष = जक्ष - जच = य + ल कोस्पर्श ई

∴ गक्ष + चक्ष = २ य + (व + ल) कोस्पर्श इ। ये रूप (१) के स्थान में रखने से

$\frac{व - ल}{२}$ { २य + (व + ल) कोस्पर्श इ + २ ह + (व - ल) · (कोस्पर्श इ + कोस्पर्श ई) } = स - श।

$\frac{व - ल}{२}$ { २य + २ व कोस्पर्श इ + २ ह + व कोस्पर्श ई - ल कोस्पर्श ई } = स - श;

यव - यल + व² कोस्पर्श इ - वल कोस्पर्श इ + हव - हल + $\frac{व^2}{२}$ कोस्पर्श ई - वल कोस्पर्श ई + $\frac{ल^2}{२}$ कोस्पर्श ई = स - श $\frac{ल^2}{२}$ कोस्पर्श ई - ल (य + व कोस्पर्श इ + ह + व कोस्पर्श ई) = स - श - व (य + ह) - व² कोस्पर्श ई - $\frac{व^2}{२}$ कोस्पर्श ई -

जिस समीकरण से ल का मूल्य निकल सकता है

इसका एक उदाहरण लो

कल्पना करो कि इ = ई = ४५° तो कोस्पर्श इ = कोस्पर्श ई = १

मानो कि य = ५०, व = ८ फुट; ह = ४०,

उण = २५ फुट, णद = दट = ६

∴ खट = ३७। तो स = थव + $\frac{व^2}{२}$ = ४३२·श

= $\frac{२५ + ३७}{२}$ × ६ = १८६।

∴ $\frac{ल^2}{२}$ - ल (१०६) = ४३२ - १८६ - ८ × ९० - ६४ - ३२ = ५७४। ल² - २१२ ल = - ११४८ अतएव ल = ५·६।

नीचे सारा जल रखना भी कठिन है, क्योंकि एक तो उससे नहर के निर्माण का व्यय बहुत बढ़ जाता है, दूसरे चिकनी मट्टी के नीचे जो बालू का स्तर प्रायशः होता है, नहर की भूमि गहरी खोदी जाने से यदि वहां तक पहुंच जाय तो जल का बड़ा अपचय होगा, क्योंकि बालू बहुत जल को शोष लेती है।

२२। नहर का मार्ग— निरूपण करना, और निरूपित मार्ग का चिह्नित करना उसी रीति से होता है जिसका विस्तृत वर्णन पथ निर्माण के प्रकरण में हुआ है। ढाल वा सलामी की विवेचना नहर और सड़क दोनों में होती है, पर प्रयोजन में अधिक करके। नगर ग्रामादि का सान्निध्य सड़क में यातायात और वाणिज्यादि के सम्बन्ध से विवेचित होता है; पर नहर में मुख्य करके जलसेक के सम्बन्ध से, और यातायात के सम्बन्ध से इस विषय की विवेचना गौण है। पार्वतीय नाले, अनूपभू (दलदल), पहाड़ प्रभृति जन्य विघ्नों के निवारण की आवश्यकता दोनों में समान है; पर नहर के निमित्त उनके निवारण के जो विशद उपाय हैं उनका

कहीन आगे होगा। जिस २ देशमे होकर नहर जा
रही उन देशों का अक्षांशित्र यदि प्राप्य न होतो
पहिले उसे बना लेना चाहिये। फेर अनुमानसे
नहर का जो मार्ग होगा, अर्थात् जिस देश वा
भूमिभाग से होकर वह जायगी, उसका आड़ा
लेवल (अर्थात् उसके लम्ब दिशा की उंचाई
निचाई) जानने के लिये एक नदी से दूसरी ने
दीतक (क्योंकि नहर प्रायशः दो नदीयों के
बीच मेंहि होती है), एक मैल से ४ मैल तकके
अन्तर पर, समतल ज्ञापक यन्त्र द्वारा लेवल कर
के उंचाई निचाई का चित्र बना लेना चाहिये;
इन आड़े लेवलों को, दोनों नदीयों के तट का
लम्बा लेवल लेकर, उनसे युक्त करना चाहिये।
इस प्रकारसे नहर के गन्तव्य देशके लेवलों
की (अर्थात् उंचाई निचाई के चित्रों की) जब
जाली सी बन जावे, तब उस पर नहरका यथा
स्थानिक मार्ग अनायास से अङ्कित होसकता है।
उस मार्ग पर (और उसके साथ और जो दो एक
मार्ग अनुमित हुए हों उन पर) लेवल लेना चा-
हिये। इस रीति से नहर का मार्ग निरूपित हो-
सकता है। निरूपित मार्ग पर नहर भी, उसी

रीति से बनेगी, जो कि सड़क के बनाने की रीति है; पर मोड़ के वक़ जितने सीधी रेखा की न्याई हों उतनाहि अच्छा, और उनकी गोलाई भी बड़ी सावधानता से खेंचनी चाहिये, नहि तो पानी एक ओर काट करेगा और दूसरी ओर मट्टी सञ्चित करके भूमि को ऊंची कर देगा।

(१४) खुदाई नहर की वैसेहि होती है जैसे कि सड़क की; पर भराई सड़क से कुछ विशेष होती है क्योंकि उसके भीतर एक बड़ी जलराशि को निरोध करना है; इसलिये भराई की चौड़ाई बहुत अधिक रक्खी जाती है अर्थात् गहराई के अनुसार वह २० फ़ुट से १०० फ़ुट तक होती है। (१)भराई मे से यदि जल बाहर निकल आवे तो गोंदे की दिवाल मे अथवा अन्य किसी उपाय से उसे रोकना पड़ता है।

(१५) नहर का मुख अर्थात् आरम्भ का स्थान किस प्रकार विवेचना से निर्धारित होता है यह तो पहिले कहा गया; उसका अन्त किसी नदी वा नाले मे जा कर होता है, अर्थात् रहा पड़ा पानी उसमे जा गिरता है; और जिसमे जल भले प्रकार से गिर सके, इसलिये नहर की उच्छ

(१) Puddle

अर्थात् अन्त में वेग को कुछ अधिक कर देते हैं, इसका श्रेष्ठ उपाय यह है कि जल अवपात द्वारा दूसरी नदी वा नाले में गिरे।

१६। नहर की शाखा किस स्थान से निकालनी होगी इसको, और उन शाखाओं के मार्ग की विवेचना, देश की ऊंचाई निचाई और सेचनीय खेत के परिमाण पर निर्भर करती है। नहर के लिये प्रायशः वह मार्ग निर्धारित होता है जो दो नदीयों के बीच (अर्थात् उच्चाब में) ऊंचा स्थान हो जहां से वृष्टि का जल दोनों ओर को ढलता हो, यदि ऐसे स्थान पर अथवा उसके सन्निकट स्थान पर होकर नहर गई हो, तो शाखाओं को उसके दोनो पार्श्व की ऊंची भूमि पर प्रायशः बनाते हैं; तात्पर्य यह है कि वा नहर वा शाखा नहर उनकी भूमि कुछ ऊंची होनी चाहिये इसलिये कि खेतों में जल आप बह कर लग जाय उसे उठाना न पड़े। नहर को ऊंची भूमि पर लेजाने की एक और आवश्यकता यह है कि, उससे नैसर्गिक नालों का अल्पत्व रोक हो (जिसका प्रयोजन आगे वर्णित होगा) और अन्त में यथेष्ट वेग के साथ अन्य नदी वा नाले में वह जागिरे। शाखा नह-

रों के आकार और उनकी भूमिकी सलामी की विवेचना उसी प्रकार से होगी जैसे कि प्रधान[1] नहर की।

(८) प्रधान नहर और शाखा नहरों में से जो राजबाहे खोदे जाते हैं उनके निर्माण में भी इसी प्रकार विवेचना आवश्यक है। इन राजबाहों में मोगे लगाकर ज़मींदार लोग अपने खेतों में जल सिञ्चनार्थ नालीयें खोद ले जाते हैं।

(९) बड़ी सड़कें जहां २ नहर के पार जाने वाली होती हैं वहां, और लोगों के आर पार जाने के लिये अन्यत्र भी, पुल बनाये जाते हैं। गङ्गा की नहर पर प्राय तीन २ मैल पर एक एक पुल है, और बड़े २ ग्रामों के पास लोगों के नहाने धोने के लिये पक्के घाट भी बने हैं। महराबों के नीचे यथेष्ट स्थान रखना चाहिये, ताकि नहर में जब पूरा पानी हो उस समय भी भरी नाव उनके नीचे से निकल जा सकें; सोन की नहरों में पन्द्रह २ फुट रक्खा गया है। नहर के बीच पायों के लगने से जो जल रुकता है उसके वारण के लिये पुल के स्थान में नहर को यदि कुछ थोड़ासा चौड़ा कर दिया जाय तो अच्छा है; नहि तो नींव की रक्षा के लिये विशेष यत्न करना पड़ेगा और महराबों

(1) Main Canal

के नीचे विहद वेग हेतु नावका उनके नीचे से आना जाना कुछ कठिन होगा।

१९। नावाकर्षणपथ नहर के दोनो ओर न हो तो एक ओर तो अवश्य रखना चाहिये, यह पथ जल के उपरितल से ११ फुट ऊंचा होना चाहिये, और चौड़ाई मट्टी की पटड़ी में १२ से १५ फुट तक, और पुलके नीचे अन्यून ८ फुट होना चाहिये। इस पथ को महराब की कारि के नीचे से आना चाहिये पार्श्वस्तम्भ वा पलों के बीचसे नहि क्योंकि ऐसा होनेसे नाव के खेंचने में व्याघात होगा।

२०। सड़क भी नहर के एक ओर अवश्य होनी चाहिये ताकि नहर के परिदर्शक और कर्मचारी तथा अन्यान्य पथिक अपने२ वाहनों पर जा आ सकें। यह सड़क बीस फुट चौड़ी हो और इसके किनारे पर वृक्ष लगे हों। पर जलके किनारे से ३० फुट के भीतर कोई वृक्ष न होना चाहिये, क्योंकि उससे पटड़ी का स्थायित्व और दृढ़ता में व्याघात होता है।

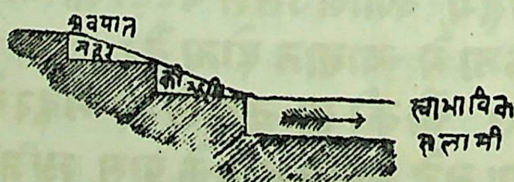
२१। चौकी वा बङ्गले भी नहर के ऊपर यथाः बड़े पुल प्रभृति के पास, तन्निर्माता ओर

परिदर्शकोंके निमित्त बनाये जाते हैं।

अवपात[1], अवरोध[2] और प्रोतेज[3]

२२। पूर्वोक्त विवेचनानुसार नहर की भूमिको जितनी सलामी देनी उचित समझी जाय, पृथिवी की स्वाभाविक सलामी भी यदि उतनीहि हो, तो नहरकी भूमि धरणी तलसे एकनियत गहराई पर रह सकती है। नीचे आकर सपाट भूमिमे यद्यपि ऐसा संयोग हो जाता है, पर उपरले भागमे अर्थात् पर्वत-सन्निकट भूमिमे पृथिवी की स्वाभाविक सलामी, नहरमे जितनी सलामी की जासकती है उससे बहुत अधिक होती है; सो उभय सलामी की इसविभिन्नता को हर कारके ऊख्खर अन्तर पर उनको मिलाने के लिये एक विशेष उपाय अवलम्बन करना पड़ता है। वह उपाय यह है कि उभय सलामी के अन्तर को अवपात

(चित्र २)



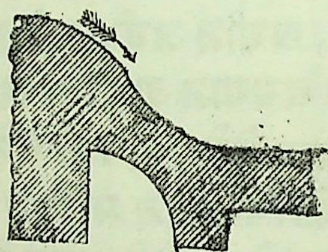
(१) Falls (२) Locks (३) Rapids

के द्वारा मिला देते हैं, अर्थात् नहर की भूमि को सीढ़ी की न्याई करते चले जाते हैं जहांतक कि सपाट भूमि मिले जैसे कि इस चित्र में दृष्ट होगा। सपाट भूमि मे भी अवपात होते हैं पर बहुत दूर २ मे जाकर, क्योंकि वहां नहर की सलामी से स्वाभाविक सलामी का बहुत अन्तर नहिं होता। जिस स्थान मे नहर की भूमि को एक बारहि नीची कर देते हैं, अर्थात् जहां पानी ऊपर से नीचे गिरता है, उसे अवपात वा फ़ाल कहते हैं। स्पष्ट है कि ये अवपात ऐसे स्थानपर बनेंगे, जहां नहर की भूमि को निर्धारित सलामी के साथ अनवच्छिन्न लिये चले जाने से भराई का आरम्भ आवश्यक हो; पर व्यवहार मे अवपात को कुछ थोड़ा सा आगे पीछे भी कर देते हैं ताकि वह ऐसे स्थान पर बने कि उसके साथ पुल प्रभृति की भी योग हो सके और इसलिये नहर की निर्धारित सलामी को आवश्यकतानुसार कुछ थोड़ा सा न्यूनाधिक कर देते हैं।

१३। स्पष्ट है कि अवपात का स्थान यदि कच्चा (अर्थात् मट्टी का) रक्खा जाय तो पानी उसे काट डालेगा और वहां बड़े २ गढ़े भी पड़ जांयगे। इ-

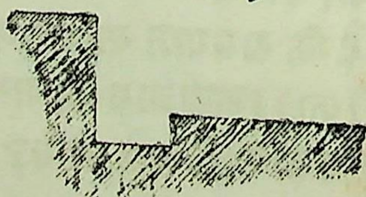
सलिये अवपात को, तथा क्रम्ठ इस्तक नहर की निचली भूमि और कूल वा पटड़ी को, पक्की (अर्थात् चिनाई से) बनानी पड़ती है। अवपात के सरूप के विषय मे बहुत मत भेद है; मर, पी० काटली साहब ने जो अवपात बनवाये हैं उनका सरूप ऐसा है -

(चित्र ४)



अवपात को सलामी देने का तात्पर्य्य यह है कि जल जहांतक सम्भव हो शान्तभाव से नीचे पहुंचे। पट २ मे गङ्गा की नहर के अवपात का एक पूरा चित्र दियागया है। वरी उस्रावकी नहर मे खड़े अवपात बनाये गए हैं, उनका चित्र यह है -

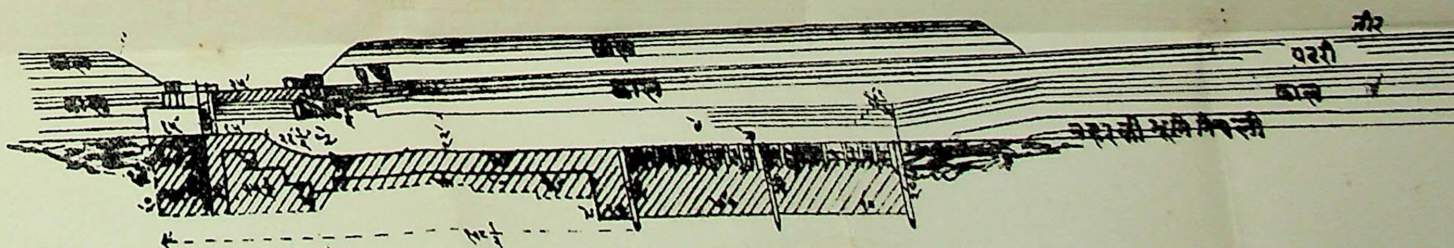
(चित्र ५)



पट १

गङ्गा की नहर की एक झाल

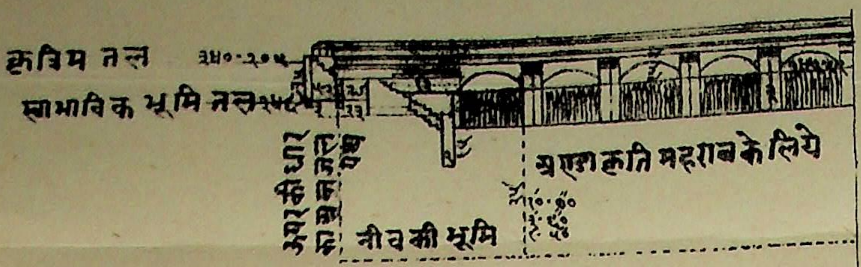
परिच्छेद ऊपर शकल के

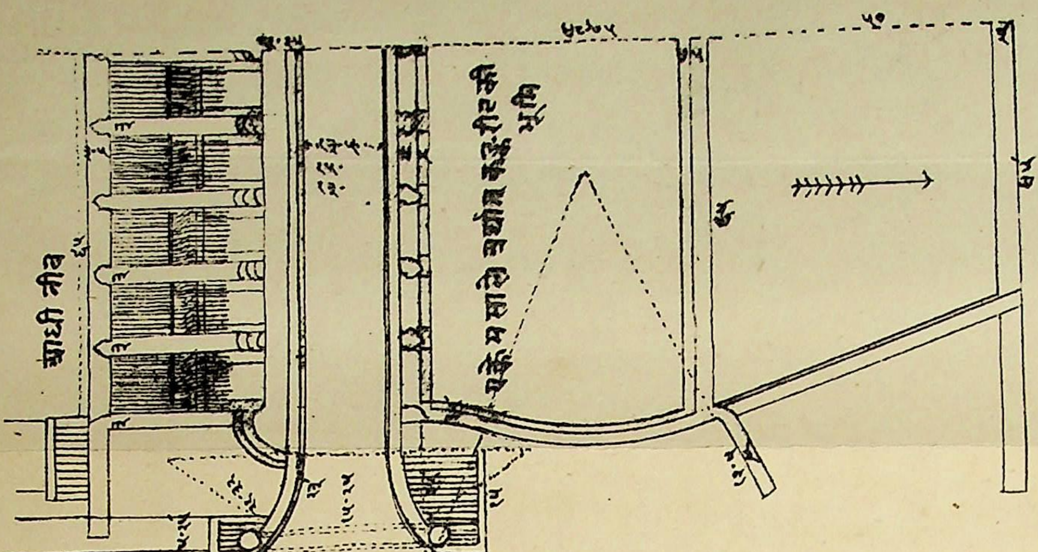


पट ३

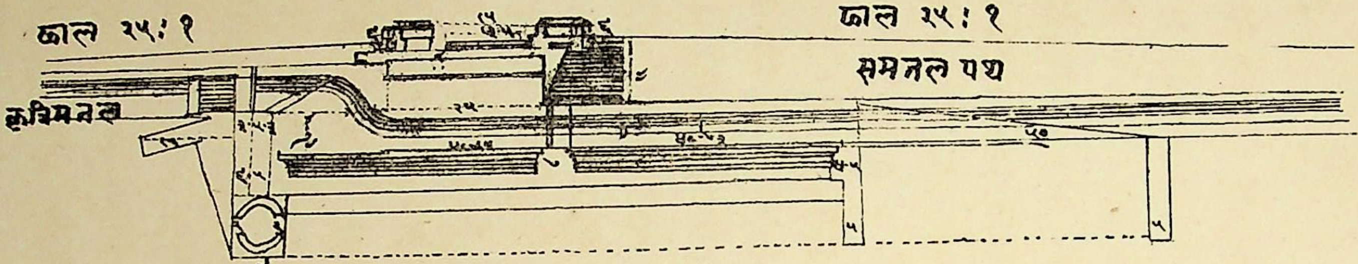
बारी दुआब की नहर की एक काल

खड़ा चित्र और ऊपर की धार





परिच्छेद लम्बाई का



अवपात का यह आकार रखने का उद्देश्य यह है
कि पानी ऊपर से मानो जल की गद्दी पर गिरे कि-
नारे पर उसका बहुत धक्का न लगे और आगे ब-
ढ़ मन्द वेग से बहे, क्योंकि प्रथमोक्त अवपात से
जल का वेग कुछ स्थानतक बढ़ा रहता है। काष्ठ
जाल(1) पर जल छोड़ने से उसका बल और भी म-
न्द होजाता है। पट २ में वारी दुआब की नहर के
अवपात का एक छायाचित्र है। एक बृहद् जल
राशि कुछ थोड़ी उंचाई से भी गिरने से कैसा काट
करती है यह देखे बिना हृदयङ्गम नहिं होता। य-
ह स्पष्ट है कि अवपात जितना ऊंचा होगा और पा-
नी जितना गहरा होगा उतनाहि जलका कार्य्य
भी अधिक होगा। गङ्गा की नहर पर ६ फुट से
ऊंचे अवपात नहिं हैं पर उनपर ८ फुट वा अ-
धिक पानी गिरने से अतिउत्कृष्ट किनारे बिना ठ-
हर नहिं सकते। पत्थर मिलसकें तो उन्हीं का ब-
नाना उचित है नहिंतो दृढ़तम ईंटें उनका ल-
गानी चाहिये; किनारे में मसाले की सन्धि अति
सूक्ष्म रखनी चाहिये; और नींव की दृढ़ता पर
भी दृष्टि रखनी चाहिये। अवपात से आगे (अ-
धोगत निचली धार की) भूमि कुछ स्थानतक पक्की

(1) Grating

चिनाई की होनी चाहिये और उसके आगे कड़ियों की पंक्ति गाड़कर उनका फर्श करना चाहिये। उस पक्के फर्शके दोनों कूल को भी पक्का करना चाहिये। अवपात को ऊपर की ओर कई प्रकोष्ठों में विभक्त करना चाहिये, ताकि संस्कार की आवश्यकता हो तो एक दो प्रकोष्ठ को शुष्क रखके अवशिष्ट प्रकोष्ठों में सारा जल डाला जाय। गङ्गाकी नहर में चिनाई का फर्श इन प्रकोष्ठों के अन्ततक लगाया गया है, और उसके आगे पक्के कूल के अन्ततक लकड़ी के चौखटे लगाकर उनके भीतर गोल पत्थर भर दिये गये हैं।

२४। जहां अवपात होता है उससे ऊपर बहुत दूरतक जलका वेग अतिरिक्त, और गहराई न्यून होजाती है। पर यह बात क्रमशः होती है; अर्थात् जहां से वेग का अधिक होना आरम्भ होता है (उस स्थान का कोई निश्चय नहिं) वहां से वह क्रमशः बढ़ता जाता है, और गहराई न्यून होती जाती है, अवपात पर पहुंच कर वेग अधिकतम और गहराई न्यूनतम होजाती है। इस विरुद्ध वेग हेतु नहर की भूमि और कूल जिससे कट न जाय इसलिये कई प्रकार उपाय अवल-

तब अ को खोल देते हैं और क को बन्द कर देते हैं, ताकि बाहेर का जल नहर के पार अपने नाले मे चला जाय। नाले की भूमि बांध के नीचे कुछ दूर तक पक्की होती है ताकि वह कट न जाय और नहर और नाले के पार्श्व मे कुछ दूर तक ठोकर की दिवाल लगायी जाती है ताकि जल से पटड़ी की हानि न हो।

५०। उक्त प्रकार से नैसर्गिक नाले के जल को नहर के पार निकालने के लिये जो निर्माण कार्य होता है उसका एक उत्कृष्ट दृष्टान्त गङ्गा की नहर पर धनौरी नामक स्थान मे है, जहां रत्मनदी नहर के पार जाती है। दोनो अवसार और निःसार मुख ८०० फुट चौड़े हैं; और दस दस फुट के अन्तर पर इनमे पाये लगे हैं, जो ९ फुट ऊंचे हैं। इन पायों मे पतयालु-फाटक लगे हुए हैं, जो स्रावितजल के निकलने के समय नीचे नहर की भूमि के समान डाल दिये जाते हैं और उन के ऊपर से पानी चला जाता है; यह पानी कभी २ पाये के ऊपरले सिरे से ३ फुट ऊंचा चढ़ जाता है। नहर के नियामक सेतु मे बीस बीस फुट चौड़े ९ बारिहा जिनमे फाटक लगे हुए हैं, ताकि अतिरिक्त

जल नहर के नीचे न जावे। सिवाय इनके पथिकों के आर पार जाने के लिये यहां एक पुल भी है। ठोकरकी दिवाल प्राय १ मैल लम्बी बनाई गई है, और नीव इसकी कोठियों पर है जो नहर की भूमि से २० फ़ुट गहरी गाली गई हैं। इनके आगे फेर कोठियें गाड़ी गई हैं; और गोल पत्थरों से भरे हुए सीरखटे भी लगाये गये हैं। निःसार नाले के पीछे सीरखटों की फ़र्श १०० फ़ुट चौड़ी है, और इसमे ४००,००० घन फ़ुट पत्थर लगे हैं। उक्त नदी साधारण समय मे अर्थात् जब चढ़ाव पर नहिं होती तब ५०० फ़ुट लम्बी दोहरी सुरङ्ग के द्वारा नहर के नीचे बहती है धनौरी के निःसार प्रभृति का चित्रपट ६ मे स्पष्ट होगा।

४१। **तृतीय अवस्था मे,** जहां कि नाले की भूमि नहर की भूमि से ऊंची हो, वहां नदी को पयःसेतु के द्वारा नहर के पार ले जाते हैं। इस पयःसेतु को, नहर के पयःसेतु से स्पष्ट बोध के लिये, ऊर्द्ध(१) प्रणाली कहते हैं। ऊर्द्ध प्रणाली के निर्माण मे बड़ा व्यय और खटराग है, क्योंकि नदी का अतिरिक्त प्लावित-जल सारा जा सके इस उद्देश से प्रणाली बहुत बड़ी बनानी पड़ती है, और उसके नीचे नहर मे नाव प्रभृति भी निकल जाय इस निमित्त उसे अच्छा ऊंचा रखना पड़ता है।

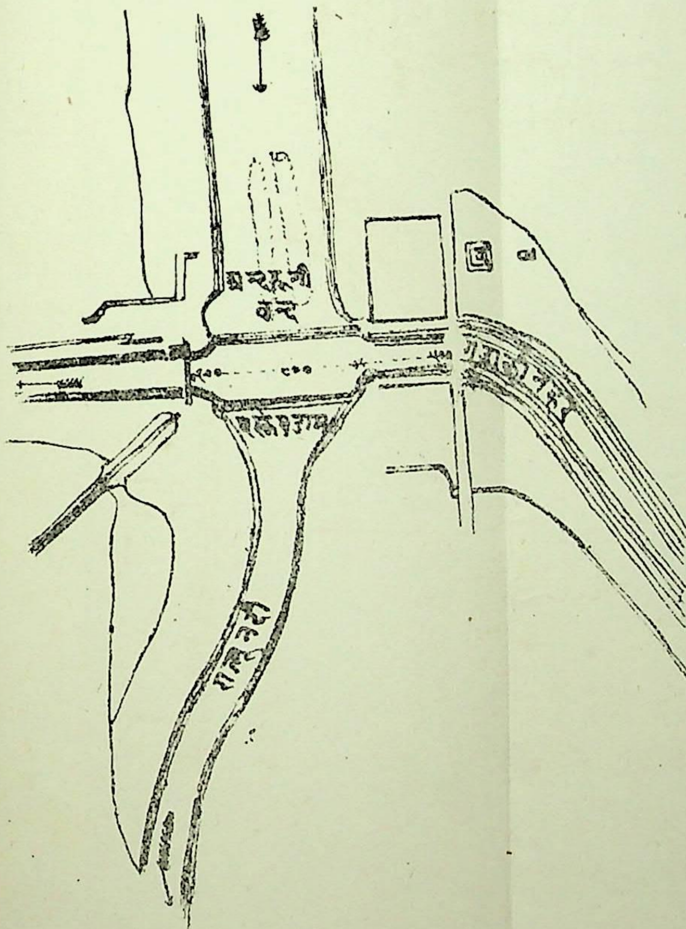
(१) Super passage

पट ६

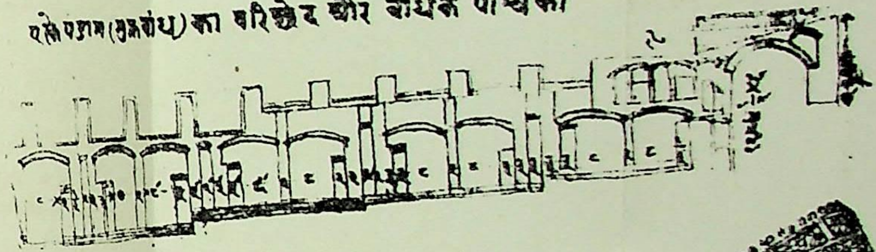
धमोरी के काम

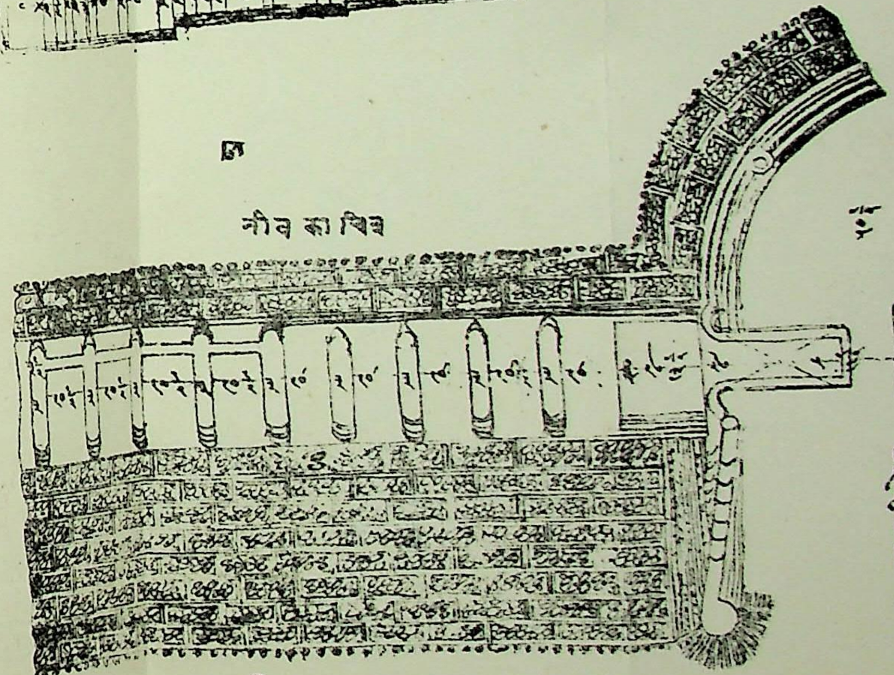
साधारण चित्र नींव का

धमोरी के काम जो रामूनदी से मिले हैं



रेगुलेटर (मुख्य बांध) का परिच्छेद और बांध के पार्श्व का





समतलम की ऊर्द्ध प्रणाली

पार्श्वकी दीवालका परिच्छेद

पथका समतल

आधी उंचाई

परिच्छेद

आधी नीव

किनारेकी चोटी

किनारे की चोटी

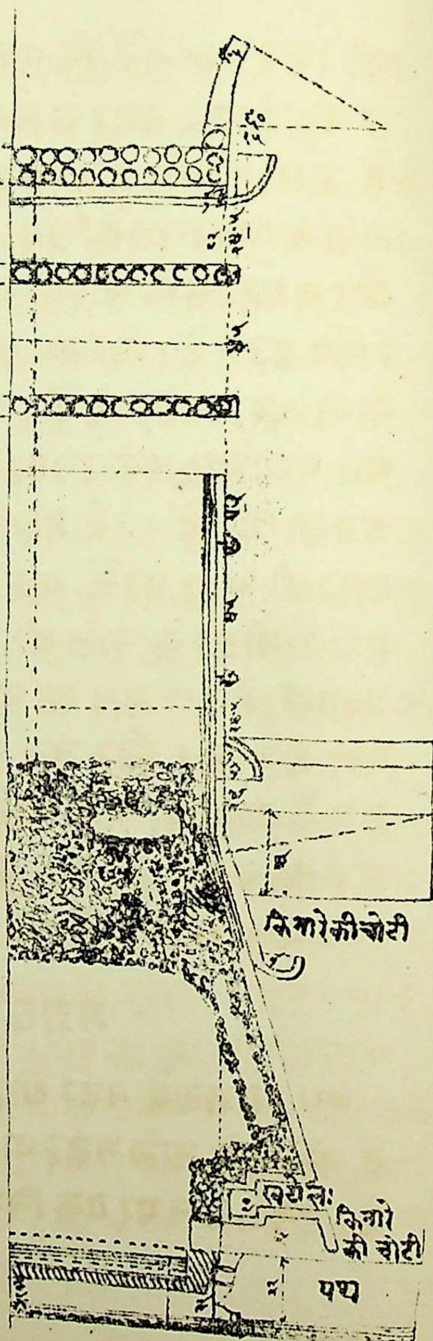
पथ

पर, इससे लाभ ये हैं कि एक तो नाले का जल जो कीच से भरा होता है नहर के जल से सम्पूर्ण पृथक् रहता है, दूसरे नाले में जल प्लावन होनेसे नहर को (उस जल के निकालने के लिये) बन्द नहिं करना पड़ता, और न फाटक के खोलने बन्द करने के लिये कर्मकार रखने पड़ते हैं। ये लाभ पयःसेतु मे (जहां नहर नाले के ऊपर आवे) भी हैं। इसलिये दोनो उर्द्ध प्रणाली और पयःसेतु जहां उनका निर्माण सम्भव हो बांध अपेक्षा श्रेष्ठ हैं। उर्द्ध प्रणाली के भी दो अच्छे दृष्टान्त गङ्गा की नहर पर हैं, एक पटरी के नालेकी, और दूसरी रानीपुर के नाले की उर्द्ध प्रणाली। प्रथमोक्त प्रणाली मे २०० फुट का वारिहार है और शेषोक्तमे ३०० फुट का। और जब नाले मे जल नहिं होता तब ये प्रणाली पथिकों के आर पार जाने के लिये पुल का काम देती हैं। पट ९ मे सतलज की नहर की एक उर्द्ध प्रणाली का चित्र प्रदर्शित हुआ है।

राजवहे

४२। राजवहे नहर और शाखा नहर की प्रशाखा हैं, क्योंकि ये नाले नहर वा शाखा नहर से निकलते हैं; इनके मुख पर एक नियामक सेतु होता है जिस

जल नहर के
आइधार जाने
दीवाल प्राय
सकी कोटिये
गहरी गाल्मी
गई हैं; और
गाये गये हैं
ी १० फ़ुट
न्या लगे हैं।
व बचाव पर
ी सारङ्ग के
निःसार प्रभ
४१। इसी
नहर की मस्
के द्वारा नहर
हर के पथः
कहते हैं। अ
र लटकाया है,
सारा जा सके
पड़ती है, और
कल जाय इस
(१) *Super*



पर इसमे लाभ ये हैं कि एक तो नाले का जल जो कीच से भरा होता है नहर के जलसे सम्पूर्ण पृथक् रहता है, दूसरे नालेमे जल प्लावन होनेसे नहर को (उस जल के निकालने के लिये) बन्द नहि करना पड़ता, और न फाटक के खोलने बन्द करने के लिये कर्म्मकार रखने पड़ते हैं। ये लाभ पयःसेतु मे (जहां नहर नाले के ऊपर आवे) भी हैं। इसलिये दोनो उर्द्ध प्रणाली और पयःसेतु जहां उनका निर्म्माण सम्भव हो बांध अपेक्षा श्रेष्ठ हैं। उर्द्ध प्रणाली के भी दो अच्छे दृष्टान्त गङ्गा की नहर पर हैं; एक पटरी के नालेकी, और दूसरी रानीपुर के नाले की उर्द्ध प्रणाली। प्रथमोक्त प्रणाली मे २०० फुट का वारिद्वार है और शेषोक्तमे १०० फुटका। और जब नाले मे जल नहि होता तब ये प्रणाली पथिकों के आर पार जाने के लिये पुलका काम देती हैं। पट ९ मे सतलज की नहर की एक उर्द्ध प्रणाली का चित्र प्रदर्शित हुआ है।

राजबहे

४२। राजबहे नहर और शाखा नहर की प्रशाखा हैं, क्योंकि ये नाले नहर वा शाखा नहरसे निकलते हैं; इनके मुख पर एक नियामक सेतु होता है जिस

के द्वारा जलकी न्यूनाधिकाता कर सकते हैं। राज वहों में से ज़मीदारोंके नाले वा खाल निकलते हैं, जिनसे खेतों मे जलसेक होता है। इन नालोंके मुख पर लकड़ी वा मट्टीकी एक चौरस नली लगती है जिसे मोगा वा कुलावा कहते हैं। पुरानी नहरों मे प्रधान नहरसेहि ज़मीदारों के खाल निकलते थे परन्तु उस रीति मे कितनी हानि थी, (मुख्य हानि यह थी कि जल का अपचय होताथा), इस हेतु राज वहों का व्यवहार अधिक करके प्रचलित हुआ राजवहे नहरके दोनो ओर उसके साथ२ आपशः२ ले जाते हैं; और कुछ२ अन्तर पर (प्रायः १।५ मेल पर) छोटे२ नालों के द्वारा (जिन्हे पोषक[1] नाले कहते हैं) नहर से उन्हे जल मिलता जाता है। पट १९ मे राजवहों का एक चित्र दृष्ट होगा। राजवहे की भूमि नहर की भूमिसे ऊंची होती है इस अभिप्राय से कि जब जहांतक होसके खेतों मे आप बह कर पहुंचे, कुलार से उठाना न पड़े। अधिकन्त नहर के जितने ऊपर का जल लिया जाय, उतनीहि उसके साथ कीच अल्प आवेगी और राजवहे के सांवत्सरिक परिष्कार कराने मे व्यय अल्प होगा। अतएव राजवहे की भूमि नहर की भूमि अ-

(1) Feeder

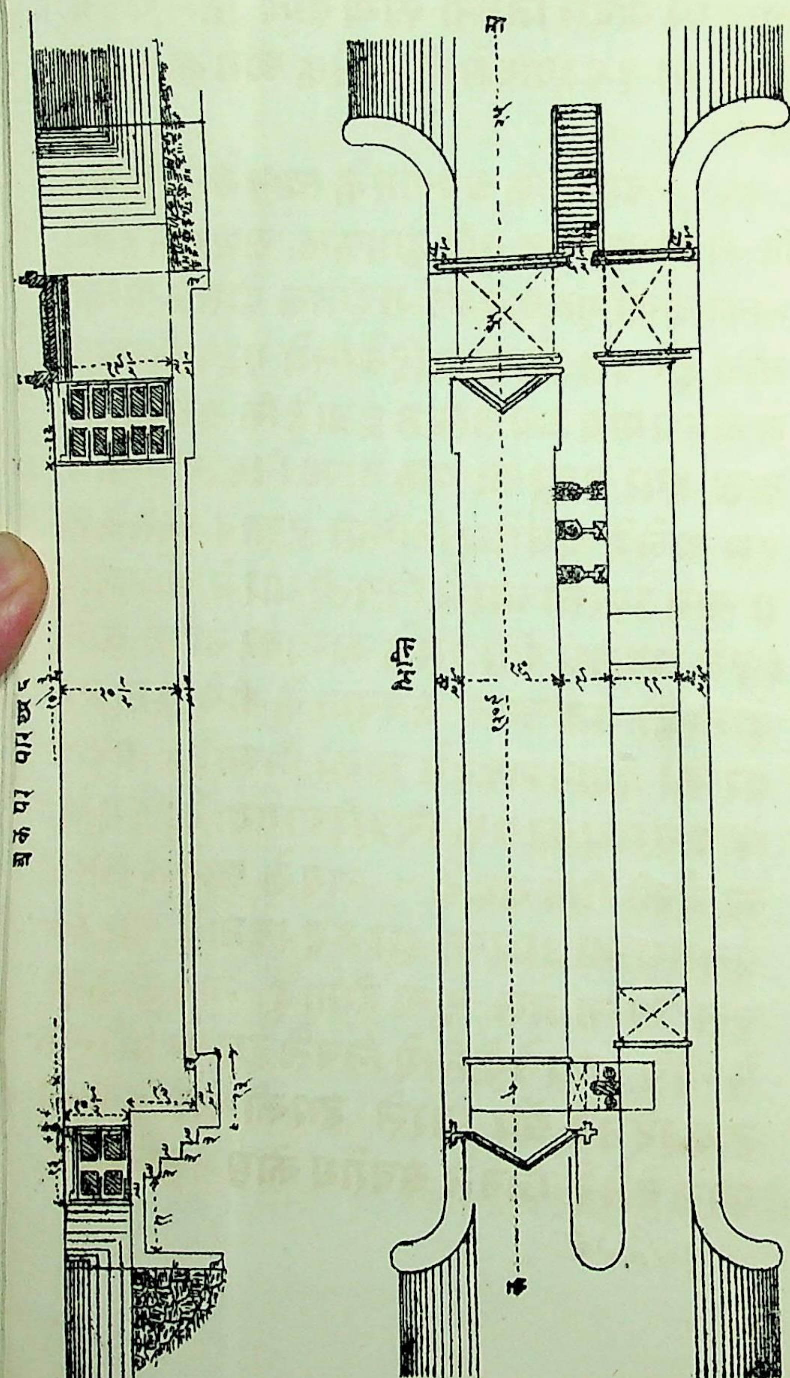
क्षित होते हैं। गङ्गाकी नहर मे यह उपाय अवलम्बन किया है कि अवपात सेतु के पायों की (१)झिरी मे कड़िये डाल दी गई हैं जिससे पानी कुछ ऊंचा रहता है और वेग बड़ने बढ़ने नहि पाता। किसी २ स्थान मे यह उपाय भी अवलम्बित हुआ है कि अवपात के स्थान मे नहर की चौड़ाई सङ्कीर्ण कर दी गई है जिससे जल वहां ऊंचा रहता है इन दोनों उपायों मे व्ययका लाघव तो है पर इन से कार्य्य सिद्धि वैसी अच्छी नहि होती जैसी कि अवपात की उपरली भूमि और तल को कुछ दूर तक कृत्रिम उपाय से ढलाकाने से होती है। अवपात के (२)शिखर को यदि ऊंचा न किया जाय तो यह ढला फ- लोपधायी होने के निमित्त प्राय एक मैल तक हो- नी चाहिये।

२५। अवपात का स्थान चाहे कैसाहि पक्का किया जाय, तथापि एक दृढ़ जल राशि अनव- रत उस पर गिरती है तन्निमित्त उसके कटजाने का भय और चिन्ता सर्वदा बनीहि रहती है। इ- सलिये ऊपर से नीचे पानी लेजाने के और कई उपाय भी कल्पित हुए हैं। इनमे से (३)रांपिड ए- क उपाय है जो बारी दुआब की नहर मे अवलम्बि- त हुआ है (पट ४ देखो) इसका प्रकार यह है,

(१) Groove (२) Crest (३) Rapid

पानीको एक वारहि न डालकर बड़ी लम्बी सला-मी का (१ फुटके लिये १५ फुट लम्बाई का) अव-पात बनाया है, सलामी पर गोल पत्थर का फर्श किया है, उनके बीच चूना वा मसाला नहि दिया गया, पर ४० फुट लम्बाई और ४० फुट चौड़ाई के अन्तर एक एक पक्की दिवाल अच्छे चूने से चिनी है, ताकि दिवाल के द्वारा चारों ओर से बद्ध होकर गोल पत्थर पानी से बह न जाय; इसे साइफ़न् क-हते हैं। यह स्पष्ट है कि सलामी जितनी लम्बी हो-गी पानी का कार्य्य भी उतनाहि धीमा होगा, पर चिनाई भी उतनीहि अधिक होगी, अतएव सला-मी कितनी लम्बी कर्त्तव्य है इसकी मीमांसा मसा-ले (उपादान) का सौलभ्य और व्यय की इच्छा प-र अधिकांश निर्भर करती है। वारी दुआव की न-हर पर जहां तक गोल पत्थर अल्प मूल्य से मिले हैं तहांतक अवपात के स्थान मे साइफ़न् हि अधि-कांश बनाये गये हैं। एक उपाय यह भी उक्त हुआ है कि अवपात के स्थान मे नहर बहुत चौड़ी कर दी जाय और अवपात को सीढ़ियोंके आकार मे बनाया जाय; इस उपाय से जलका कार्य्य अधिक व-र्द्धमान भूमि पर विभक्त होजायगा, और किसी एक

गङ्गा की नहर का एक अवरोध



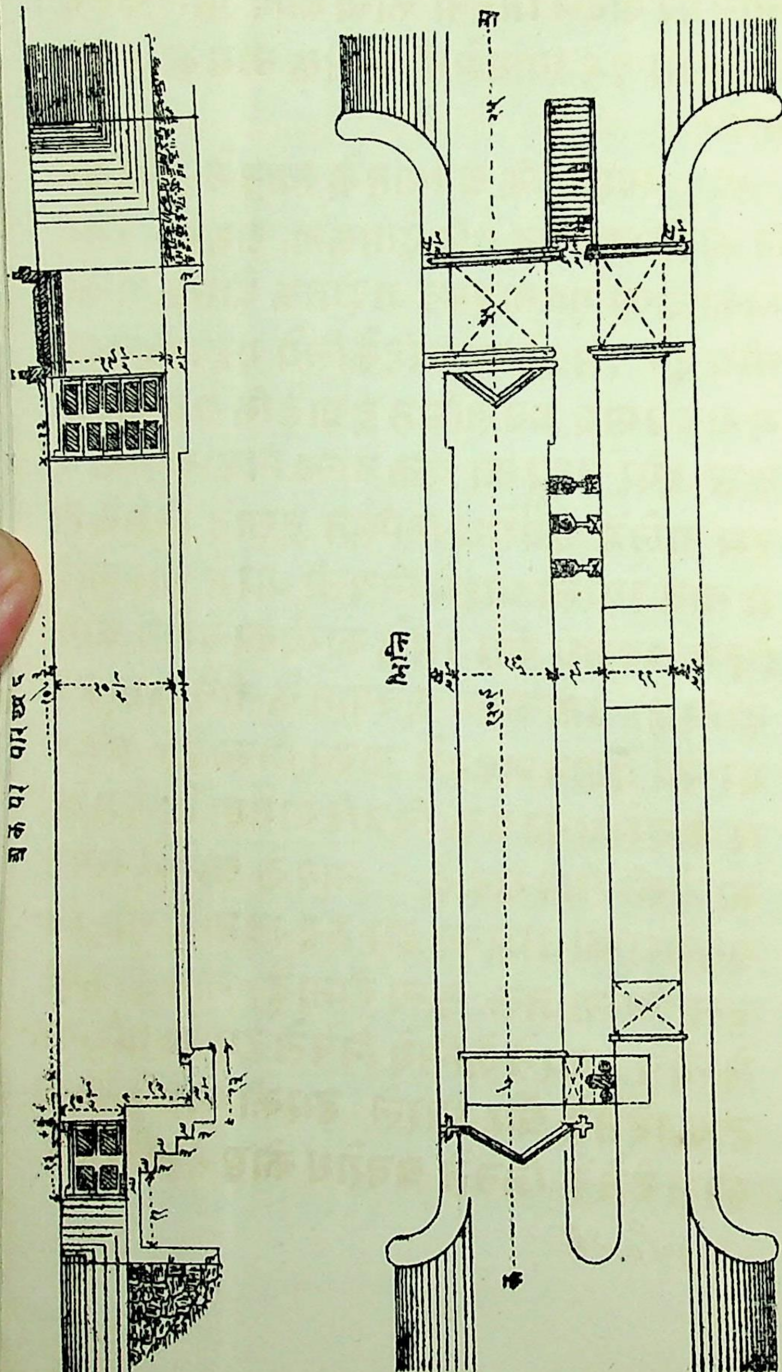
स्थान पर पहुँचे जितना कार्य्य होता उससे अधिक
होगा; पर इस उपाय में भी अधिक व्यय का सम्भव
न है।

२८। स्पष्ट है कि अवपात के स्थान में नौका आम-
ति का गमनागमन नहीं हो सकता; अथच नहरों में
नौकाओं का गमनागमन अत्यन्त ही आवश्य-
नीय है। इस उद्देश्य सिद्धि के लिये गङ्गा की नहर
में यह उपाय अवलम्बित हुआ है कि अवपात से
कुछ ऊपर नहर का एक नाला निकाला गया है,
इस नाले में अवरोध[1] निर्म्मित हुआ है जिसके द्वा-
रा नाव उपरली धार से निचली धार में आ जाती है
(इस अवरोध और उसके कार्य्य का वर्णन आगे
होता है), उक्त नाला अवपात के नीचे कुछ दूर
पर फेर प्रधान नहर में जाकर मिला है। पट ५
में अवरोध का एक चित्र दिया गया है, इसके
कार्य्य की रीति यह है - नाव के आने के समय
अवरोध का उपरला द्वार रुद्ध रहता है और नि-
चला नाला जल-शून्य होता है; नाव को ऊपर
से नीचे उतारने के लिये निचले द्वार को पहिले ब-
न्द कर देते हैं और उपरले द्वार की खिड़कियों को
खोल देते हैं जिनसे अवरोध कोष्ठ में जल भर

(१) Lock

पट ५

गङ्गा की नहर का एक अवरोध



स्थान पर पहिले जितना कार्य्य होता उससे अल्प होगा; पर इस उपायमे भी अधिक व्यय का प्रयोजन है।

२९। स्पष्ट है कि अवपात के स्थान मे नौका प्रभृति का गमनागमन नहि होसकता; अथच नहरोंमे नौकाओं का गमनागमन जहांतक होसके वाञ्छनीय है। इस उद्देश्यसिद्धि केलिये गङ्गाकी नहर मे यह उपाय अवलम्बित हुआ है कि अवपात से कुछ ऊपर नहर का एक नाला निकाला गया है, इस नालेमे अवरोध(१) निर्म्मित हुआ है जिसके द्वारा नाव उपरली धार से निचली धार मे आजाती है (इस अवरोध और उसके कार्य्य का वर्णन आगे होता है), उक्त नाला अवपात के नीचे कुछ दूर पर फेर प्रधान नहर मे जाकर मिला है। पट ५ मे अवरोध का एक चित्र दिया गया है, इसके कार्य्य की रीति यह है — नाव के आने के समय अवरोध का उपरला द्वार रुद्ध रहता है और निचला नाला जल-शून्य होता है; नाव को ऊपर से नीचे उतारने के लिये निचले द्वार को पहिले रुद्ध कर देते हैं और उपरले द्वारकी खिड़कियों को खोल देते हैं जिनसे अवरोध कोष्ठ मे जल भर

(१) Lock

जाता है, तब ऊपरले द्वारको सम्पूर्ण खोल देते हैं और नाव अवरोध कोष्ठ मे आजाती है, फेर ऊपरले द्वार को हटका देते हैं और निचले द्वार की खिड़कियों को खोल देते हैं इससे जल निचले नालेमे बहने लगता है और अवरोध कोष्ठ मे जल क्रमशः नीचे बैठती जाती है, जबतक कि अवरोध कोष्ठ का जल निचले नालेके जलके समान न हो, जब यह होजाय तब निचले द्वार को सम्पूर्ण खोलदेते हैं और नाव जलके साथ प्रधान नहरके निचले भागमे चली जाती है। जब नाव को नीचे से ऊपर चढ़ाना होता है तो इसके विपरीत प्रक्रिया करनी पड़ती है। अवरोध के पृथक नालेकी नितान्त आवश्यकता नहि, क्योंकि अवपात के एक पार्श्वमे भी अवरोध बन सकता है; परन्तु ऐसा होनेसे बड़ी सावधानता इस बातकी चाहिये कि नाव अवपात की ओर न चली जाय; अवपातके ऊपरकी ओर आर पार एक शृङ्खल लगा देनेसे यह उद्देश्य सुसिद्ध होसकता है। जहां नावोंका गमनागमन अल्प है वहां इस प्रकार से अवपात के साथहि अवरोधके बनानेमे व्ययका लाघव होनेसे यह प्रक्रिया अवलम्बनीय है; पर यदि नौकादिका यातायात बहुत होतो

अवरोधके निमित्त पृथक् नाला बनानाहि उचित है। अवरोध कोष्ठका आकार नौका के आकार औ- र यातायात के परिमाण पर निर्भर करताहै। ग- ङ्गाकी नहर मे ये ६०'×१५' हैं। यदि यातायात बहुतहि अधिक हो तो दोहरे अवरोधकी भी आवश्यकता होसकती है।

२८। अवरोधादि के निर्म्माण मे तो बहुत व्यय होताहि है; पीछे भी उक्त प्रक्रियानुसार नावों की उतराई चढ़ाई केलिये वहां लोग नि- यत रखने पड़ते हैं। सिवाय इसके अवरोध मा- र्ग से नावों के आने जाने मे कुछ विलम्ब भी हो- ता है। सो यदि इनके स्थान मे ऐसे प्राहज बन सकें कि जिनकी सलामी बहुत लम्बी हो और नाव उनपर से उतर भी सके और चढ़ भी सके (उतराई चढ़ाई के समय उसमे रस्सी बांध दी जाय) तो इसप्रकार प्राहज केलिये अधिक व्यय करना भी अनुचित न होगा।

बांध(1) और नियामक-सेतु(2)

२९। अभीप्सित परिमाण जलराशिके ग्रह- ण के निमित्त नहर के मुख पर बांध और नि-

(1) Dams (2) Regulators

यामक सेतु बनाये जाते हैं, अतएव अब इनका वर्णन आरम्भ करते हैं।

२९। बहुधा ऐसा होताहै कि नदी कई शाखाओंमे विभक्त होती है; उनमेसे एक शाखासे जल नहरमे ग्रहीत होताहै। इस शाखा के आर पार स्थायी बांध बांधदियाजाता है ताकि उसका जितना जल आवश्यक हो नहरमे लियाजाय। इस शाखा नदीमे यथेष्ट जल लानेकेलिये मुख्य नदीके आर पार (गोल पत्थर का) अस्थायी बांध लगाया जाता है; यह बांध नदीके चढ़नेसे बह जाता है और प्रतिवत्सर नया लगाया जाता है। अस्थायी बांध लगाने का एक हेतु यह है कि यह आपाततः अल्प व्यय साध्य है, पर स्थायी बांध मे बड़ा व्यय होता है; और दूसरा यह भी हो सकता है कि, बड़ी नदीयों के प्रवाह को बहुत रोकनेसे और कुछ विशेष हानि न होजाय। पर अस्थायी बांध से भी कई हानि हैं, जो अगले वर्णनसे स्पष्ट समझ मे आवेंगी। सबोंको विदित है कि जाड़े के दिनोंमे पर्वतदेशीय नदीएं उतर जाती हैं, और गर्मी मे पहाड़ों पर बरफ़ के गलने से वे चढ़ती हैं, और वर्षाकालमे कुछ तो बरफ़ के गलने से और

कुछ हष्टिसे वे अत्यन्त चढ़ाव पर होती हैं आश्विन, कार्तिक मे फेर वे शीघ्र उतरने लगती हैं। खेतों मे जलसेककी आवश्यकता एकतो फाल्गुन चैत्र मे बहुत होती है जब कि अनाज पकने पर आता है, और एक कुआर कार्तिक मे जब कि उसके बोनेका समय होता है; पर इन्ही दो समयों मे नदीयों का चढ़ाव उतराव आरम्भ होता है, सो यदि आश्विन के पहिले बांध बंध जाय और चैत्र वैशाख तक ठहरा रहे, जैसा कि प्रायशः होता भी है, तो तो कुछ हानि नहि। पर नदीयों का कुछ ठिकाना नहि जो पानीका कोई चढ़ाव शीघ्र आगया तो चैत्र वैशाख के पहिलेहि बांध टूट जा सकता है, जिससे शस्य की बड़ी हानिका सम्भव है, और शरद् ऋतुमे बांध का शीघ्र बांधना कठिन है कुछतो इस निमित्त कि नदीका ठिकाना नहि, उतरते हुए भी एक एक दिन अकस्मात् चढ़जाती है, और कुछ इस निमित्त कि उस समय पहाड़ों की तराई मे रोग फैला हुआ होता है और मजूरा (कर्मकर) अल्प मिलते हैं; इसलिये इस समय भी बांधके शीघ्र न बंधने से कभी २ शस्यकी हानि होती है। सिवाय इसके प्रतिवत्सर नये बांध के

बांधनेमे बारंबार व्यय होताहै जिसकी समष्टि परी-
णाम मे स्थायी बांधके व्ययसे अधिक होजाती है।
इन देशोंमे स्थायी बांध बांधनाहि उचित समझा
गया है; और अब कहिं २ ऐसे बांध बंधने भी ल-
ग गये हैं।

३०। बांध दो प्रकार के होतेहैं, एक जिन मे (१)
जल निर्गमन का द्वार हो उन्हे मुक्त-बांध कहते
हैं, और दूसरे जिनमे कोई द्वार नहो उन्हे बद्ध-
बांध (२) कहते हैं। बद्धबांध के लाभ ये हैं कि इसप-
र मुक्त-बांध की न्याई द्वार खोलने और रुद्धकर-
ने के लिये कर्म्मकार मनुष्य नहि रखने पड़ते;
और यदि कदाचित टूटा हो तो उसके संस्कारमे
भी अल्प व्यय होताहै; अधिकन्तु इसप्रकार
का बांध सुदृढ़ होनेसे बहते हुए काष्ठ प्रभृ-
ति के धक्के को अच्छा सहार सकता है। इसके
दोष ये हैं कि इसके पास (ऊपरकी ओर) कीच,
पत्थर, प्रभृति एकत्र होजाते हैं, और नदी के स्वा-
भाविक मार्गमे जैसा यह प्रतिबन्धक होताहै वै-
सा मुक्तबांध नहि होता, इसमे कदाचित यहभी
सम्भव है कि नदीका सारा वा आंशिक जल अन्य
पथ खोज लेवे; अतएव बद्धबांध लगाने के

(1) Open dam (2) weir

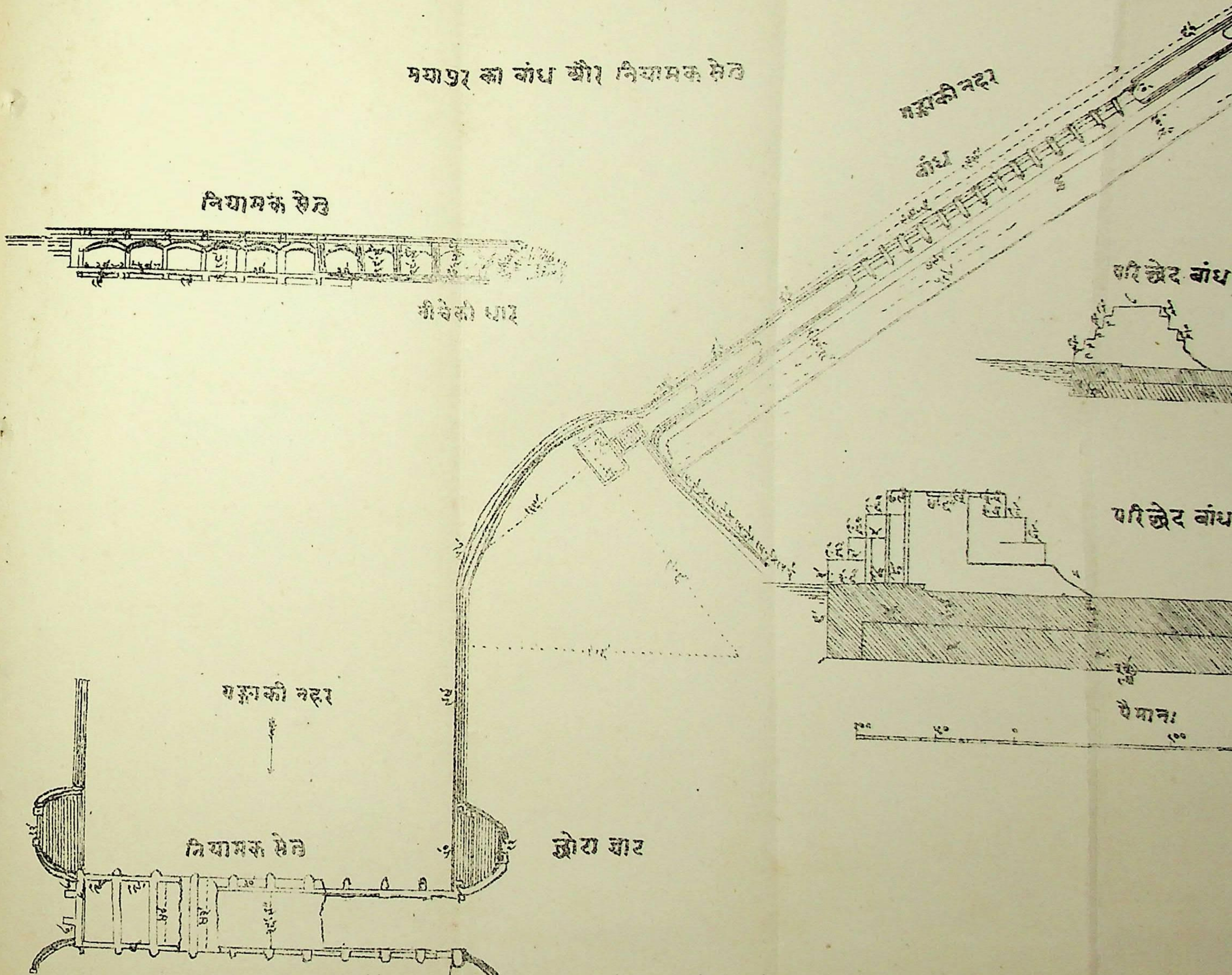
समय यह अवश्य सोचलेना चाहिये कि नदीको अ-
न्यपथ मिलने की सम्भावना है वा नहि, यदि न-
हो तो बद्धबांध अच्छा है और उसके आगे जो की-
च पत्थर प्रभृति सञ्चित होगा वह उसके बलको
और भी बढ़ावेगा। खुले बांध के लाभ ये हैं कि
यह नदी मार्ग का अत्यल्प प्रतिबन्धक होता है,
और उसके द्वार खुलनेहि जो जल एकबारहि वे-
गसे निर्गत होता है इस हेतु वहां कीच प्रभृति
ठहरने नहि पाती; और इसके निर्माण का प्र-
थम व्यय बद्धबांध की अपेक्षा अल्प होता है क्यों-
कि इसमे चिनाई अल्प होती है, परन्तु बद्धबांध
की अपेक्षा इसकी चिनाई अधिक यत्न सापेक्ष
होती है, इस हेतु व्यय कभी २ अधिक भी हो जा-
ता है।

३१। शृङ्कबांध पायों की श्रेणिमात्र है; इन
पायोंका परस्पर अन्तर समान होता है और नी-
चे इनके आर पार चिनाई की फ़र्श होती है जि-
सका उपरितल नदीगर्भ से मिला हुआ होता है;
और जिससे वह फ़र्श उखड़ न जाय इसलिये उ-
सके दोनो ओर (अर्थात् ऊपर और नीचे की ओर)
प्रतिरोध(१)के-भित्ति लगायी जाती हैं अर्थात् उसके

(१) Curtain wall

दोनो सिरे पर नीचे दिवाल बनाई जाती है (पृष्ठ ६
मे चित्र २ देखो)। पायों मे झिरियें होती हैं, जि-
नमे कड़ी वा तख़ते डालेजाते हैं। इन कड़ीओं
वा तख़्तों के ऊंचे नीचे करने से इच्छानुसार जल
को रोक वा छोड़ सकते हैं। पायों के बीच मे प्रायः
१० फ़ुट का अन्तर होता है, जो कड़ीयों के निमित्त
उपयुक्त है। बांध के ऊपर की धार मे यदि नौका-
दिका गमनागमन हो तो एक दो द्वार बीस तीस
फ़ुट के, जिनमे फाटक लगे हों, रखने चाहियें,
ताकि नौकादि के ऊपर नीचे लेजाने मे क्लेश न
हो। फ़र्श नदी के दोनों कूलतक सम्यक् प्रकार
लेजाना चाहिये ताकि बांध के सिरे दृढ़ रहैं। बां-
ध के ऊपर और नीचे कुछ दूरतक नदी के गर्भ औ-
र कूलों की कृत्रिम उपायों से रक्षा करनी होगी,
ताकि बांध के द्वारों के आंशिक रुद्ध होने के समय
जल के उग्र वेग को वे सह सकें। बांध के दोनों
सिरे कुछ दूरतक प्रायशः बंद होते हैं ताकि ज-
ल यदि यकायक चढ़ आवे, जब कि द्वार रुद्ध हों,
तो वह बांध के ऊपर से निकल जाय; और जब ज-
ल उतरा हुआ हो तब वह नदी के बीच मे रहे जि-
ससे मध्यस्थल गहरा रहे और किनारः ऊंचा। जि-

पट ९



मयापुर का बांध और नियामक सेतु
गङ्गा की नहर
बांध
नियामक सेतु
नीचे की धार
परिच्छेद बांध
परिच्छेद बांध
गङ्गा की नहर
नियामक सेतु
छोरा द्वार
पैमाना

दोनो सिरे
मे सिर २
नमे कड़ी
वा नलूनों
को रोक वा
१० फुट का
उपयुक्त है
टिका गमः
फुट के, जि
ताकि नीव
हो। फ़र्श
लेजाना चा
ध के ऊपर
२ फुलोंकी
ताकि बांध
जल के उग्र
सिरे कुछ
ल यदि यव
तो वह बांध
ल उतरा हु
ससे मध्यस्थ

न नदीयों मे यकायक उग्र जल स्रावन की सम्भावना हो उनके पायों मे कड़ीयें नहि डालनी चाहियें, क्योंकि एक एक कड़ीको उठाने उठाने हानिकी सम्भावना है, वहां पतयोंल्फाटक[1] लगाने चाहियें (पट ६ मे देखो)। ये फाटक क़ब्ज़ों पर फिरते हैं जो पायों मे फ़र्श के बराबर लगे हुए होते हैं; जब ये फाटक खड़े होते हैं तब शृङ्खलों के द्वारा ऊपर थंभ होते हैं; जल स्रावन के समय शृङ्खलोंके खोल देने से फाटक नीचे गिर जाते हैं और जल उनके ऊपर बहता है। पायों मे यदि १० फुट से अधिक अन्तर हो तो फाटकों का फेर उठाना कठिन होगा। नदीके आरपार मनुष्यों के यातायात के निमित्त बांधके पायों पर बची हुई कड़ियें अथवा अन्य काष्ठ डालकर पगडण्डी पथ बनादिया जासकता है; इससे अधिक बांधको रोकना उचित नहि। (नदीका) बांध और (नहरका) नियामक सेतु प्रायशः सन्निकट होतेहैं और उनके बीचमे ठोकर[2] की दिवार होती है। यह पट ६। ७ मे स्पष्ट दृष्ट होगा।

२२। नियामक[3]-सेतु मेभी बांध की न्याई फिरीदार पाये होतेहैं। जोकि अतिरिक्त स्रावित जल नदीमे नीचे जाताहै नहर मे नहि आने पाता, इसलि-

(१) Drop-gates (२) Revetment wall
(३) Regulator

ये नियामकसेतु मे पनचाल-फाटक की आवश्यकता नहि होती। जल के आवेश और नियमित करने के निमित्त केवल तख़्तों से काम चल सकता है; अथवा उठाऊ[1] फाटक, (पट ७ मे देखो) जिसका प्रायशः व्यवहार है, यथेष्ट कार्य्योपयोगी हैं। उठाऊ फाटक फ़िरी मे चर्ख़ी[2] और मुहूसलों के द्वारा ऊपर नीचे किया जाता है। चर्ख़ी चाहे चर हो चाहे स्थिर; पट ७ मे चर चर्ख़ी का चित्र दृष्ट होगा, स्थिर चर्ख़ी दो पायों के बीच मे एक पक्का लगती है; और हत्थे[3] कीलों से घुमाई जाती है। नियामकसेतु के और सब अङ्ग साधारणसेतु की न्याई होते हैं। फ़र्श और कुल इसके भी बांध की न्याई पक्के होने चाहियें, ताकि, जब फाटक आंशिक रुद्ध हो, जलके विरुद्ध कार्य्य को वे सह सकें। नियामकसेतु के पक्के फर्शसे, नहर की भूमि का लेवल (समतल) और ढलामी अर्थात् भी नियमित होते हैं; क्योंकि कच्ची भूमि तो ऊंची नीची होजाती है पर पक्का फर्श सदा एक स्थान मेहि रहता है। इस पक्के फर्श पर एक पाये के पास जल-मापक गज़[4] लगा देना चाहिये, ताकि नहर मे कितना जल जाता है यह ठीक ठीक ज्ञात होता रहे। नहर के

(१) Lift-Gate (२) Windlass
(३) Hand Spikes (४) Water guage

मुखस्थ नियामक सेतुका जो ऊपर वर्णन किया गया, वही नहर के और सारे नियामक सेतुओंका भी समझना चाहिये। जहां नहर की शाखा निकलती है वहां दो नियामक सेतु होते हैं, एक शाखा के मुख पर और दूसरा नहर पर ताकि इच्छानुसार शाखा और प्रधान नहर मे जल विभक्त हो सके। प्रत्येक राजबाहे के मुख पर भी एक नियामक सेतु होता है; और इसमे प्रायशः एक द्वारही होता है॥

३३। नहर के जल प्रवाह को सम्पूर्ण रूप अपने अधीन करने के निमित्त निःसार[1] नालोंका निर्माण भी आवश्यक है ताकि वृष्टि प्रभृति का अतिरिक्त जल अथवा सेक कार्य्य मे उद्वृत्त जो अनावश्यक जल हो वह उस नाले मे छोड़ दिया जाय। ये निःसार नाले नहर मे से निकल कर किसी नदी वा नैसर्गिक नाले मे जा मिलते हैं। सारी नहर मे कुछ कुछ अन्तर पर ऐसे नाले बनाने चाहियें। और निःसार के मुख पर दोहरे नियामक सेतु चाहियें जैसे कि शाखा-नहर के मुख पर। गङ्गा की नहर पर प्रायः ४० मैल के अन्तर पर निःसार नाले बने हैं; वस्तुतः इनका निर्म्माण नदी वा नैसर्गिक नालों के (नहर से) सान्निध्य पर अधिकांश निर्भर

(१) Escape channel

करना है। जहां बहुत-दूरतक ऊंची पटड़ी हो, और उसके टूट जानेसे जलके द्वारा बहुत हानिकी सम्भावना हो, ऐसे भय के स्थानों मे भी निःसार नाले बनाने चाहियें। ये नाले यथेष्ट बड़े और सलामी वाले होने चाहियें, ताकि जब आवश्यक हो नहर का सारा पानी उनके द्वारा निकाला जावे और संस्कार के समय उससे नीचे की नहर शुष्क रहे और ऊपर जल-प्रवाह पूर्ववत् बना रहे॥

नाले[1], पयःसेतु[2], प्रवद्वार[3], बांध[4], ऊर्द्धप्रणाली[5]

३४। अब हम उन प्रधान कार्य्यों का वर्णन आरम्भ करते हैं, जिनके द्वारा नहर अपने पथ के विविध विघ्नोंको अतिक्रम करती है। इस देशकी नहरों के ऊपरले भाग मे जो बहुत से क्लिष्ट और व्यय सापेक्ष कर्म्मोंकी आवश्यकता होती है उसका मुख्य हेतु यह है कि पहाड़ों मे जो बहुत से नैसर्गिक नाले निकलते हैं, उनको अतिक्रम करके नहर को जाना पड़ता है। जहांतक हो सकता है वहांतक तो नहर को इन नालों के सीध मे समानान्तर लेजाते हैं, उनकी लम्ब दिशा मे नहि लेजाते; तथापि ये नाले जो बहुत टेढ़े मेढ़े होते हैं, और नदीसे दूर होनेके लि-

(१) Drainage works. (२) Aqueducts
(३) Inlets (४) Dams (५) Super-passages

ये नहर को जो उसकी दिशा में कुछ तिर्छी लेजाना प-
ड़ता है, इसलिये कितने हि नाले नहर के पथ मे
अवश्य हि आजाते हैं। और जो कि इनमें से बहुत
से नाले वर्षाकाल मे भयानक मूर्त्ति धारण करते
हैं, और उनकी भूमि की ढलानी अधिक होने से
उनका वेग भी बहुत होता है, और अपने पथ को
वे बहुदा परिवर्त्तन करते हैं, इसलिये उनका स-
म्हालना कठिन व्यापार होजाता है। एक उपाय
तो यह है कि (कृत्रिम उपायों से) उन नालों का
पथ बदल दिया जाय, जहांतक होसके नहर के
पथ मे वे न आने पावें। दूसरा यह कि नहर के प-
थ से जहां वे मिलें वहां ऐसा कुछ विधान किया
जाय जिससे नहर की हानि न हो।

३५। नैसर्गिक नाले नहर से तीन अवस्था मे
मिलते हैं; १म, जब कि (सङ्गम स्थान मे) इनकी भू-
मि नहर की निर्धारित भूमि से नीची हो; २य, उस
से समान हो; ३य, उससे ऊंची हो॥

३६। प्रथमोक्त अवस्था मे, जब कि नैसर्गिक
नाले की भूमि नहर की निर्धारित भूमि से नीची
हो, तब नहर को नाले के ऊपर अथच उससे ए-
थक, लेजाने के लिये पक्का पयः सेतु[1] का निर्मा-

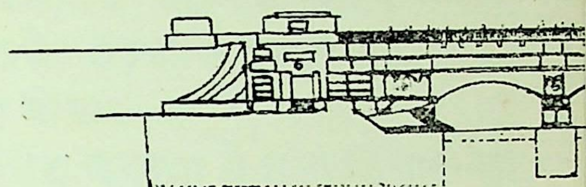
(1) Aqueduct

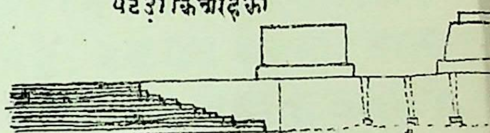
ण आवश्यक होता है। यह पथ-सेतु साधारण पुल की नाईं हि बनता है, भेद केवल इतना है कि उस-के ऊपर गाड़ी घोड़े के पथ के स्थानमे जलका पथ होता है। यह पुल चाहे लकड़ीका हो, चाहे लोहे-का, चाहे चिनाई का; पर जलपथ उसके ऊपर ऐ-सा होना चाहिये कि उसमे से नीचे पानी न गिरे और (यह कहना बाहुल्य है कि) पानीका बोझ भी वह सम्हाल सके। कभी २ लोहे के टटड़े से जलसेतु बनाते हैं; परन्तु बड़ा पयासेतु चिनाई द्वारा हि होता है। यह सेतु महराबों के ऊपर होता है, और महराब स्तम्भों के ऊपर टिकती हैं जैसे साधारण पुलमे। इस पयःसेतु वा पुल के नीचे जलनिर्गम द्वार इतना बड़ा होना चाहिये कि नालेमे बर्सात के दिनोंमे जो पानी बढ़ता है वह सब उसके नीचे से अनायास से निकल जाय; और पुलके ऊपर से जलपथ नहर के समानहि होगा पर उसके बीचमे एक दिवाल होती है, इस अभिप्राय से कि वह पथ दोहरा होजाय, जब संस्कार की आवश्यकता हो तो एक को शुष्क कर दिया जाय और एक मे पानी चलता रहे। इ-स पयःसेतु के ऊपर और नीचे बहुत हर तक

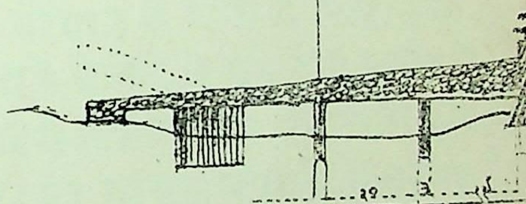
नहर की भूमि भूतल से ऊंची होती है।

२७। एक बड़ा प्रसिद्ध दृष्टान्त पयः सेतु का रुड़की का पुल है। यह पुल गङ्गा की नहर को सोलानी नदी के पार लाने के लिये बनाया गया है। सोलानी की खादर मे नहर की भूमि भूतल से १६। १७ फुट ऊंची है; इस ऊंचे थड़े की चौड़ाई तली मे ३५० फुट है और ऊपर २९० फुट। इसपर नहर की पटड़ी बनाई गई हैं, जो ऊपर से ३० फुट चौड़ी, और १२ फुट गहरी हैं। पानी से पटड़ीयों का क्षय निवारण के लिये उनके आगे पक्की दिवालें बनाई गई हैं; यह दिवाल सीढ़ी की न्याई होने से घाट का काम देती है; और सोलानी के उतर प्राय १ $\frac{१}{४}$ मैल लम्बी है। इस नदी के ऊपर जो पक्का पयः सेतु है वह ऐसा बड़ा है कि उसके समान पृथिवी मे दूसरा न होगा। इस पयः सेतु की लम्बाई ९२० फुट है; इसके नीचे ७५० फुट वारिद्वार है, जो ५० फुट पाट वाली १५ महराबों मे विभक्त है; चौड़ाई हरएक महराब की १९२ फुट है और मोटाई ५ फुट; आकार इसका ८ फुट उठाव वाला हंसाकार है। पायों के नीचे नदी गर्भ से २० फुट गहरी कोठी गलाई गई हैं। ये कोठी घनाकार हैं, अर्थात्

२० फुट लम्बी, २० फुट चौड़ी और २० फुट ऊंची हैं; हर एक के भीतर चार चार कूए हैं जो साधारण रीतिसे गाले गए हैं। संक्षेपतः विद्या, व्यवहार और परीक्षा द्वारा जहांतक और जो जो उपाय दृ-ष्ट हुए उनके द्वारा इससेतु की नीव स्थापित हु-ई है। और जितनी चिनाई ऊपर दृष्ट होती है प्राय उतनीहि भूगर्भ मे भी प्रोथित है। पाये उ-त्थान के स्थानमे १० फुट मोटे हैं, और ११-६ फुट ऊंचे हैं। नदीकी भूमिसे सारी ऊंचाई इस पयःसे-तु की ३० फुट है। ऊंचाई के स्वल्प होने से नीचे से यह पुल कुछ अपूर्व्व नहि प्रतीत होता पर ऊपर से जब इसकी हद्दत चौड़ाई के प्रति दृष्टि करके, प्राय ३ मैल लम्बी पक्की प्रणाली की ओर दृष्टि करते हैं तो एक बड़ा मनोहर और अपूर्व्व दृश्य प्रतीत होता है। इससेतु के ऊपर नहर दो कोष्ठ मे विभक्त है, प्रत्येक की चौड़ाई ८५ फुट है। पार्श्वकी दिवाल ८ फुट मोटी हैं और १२ फुट ग-हरी; जलकी गहराई १० फुट है। पयःसेतु के पार्श्वमे कितनेहि स्रह और लड़ २ निर्म्माण का-र्य्य हैं जिन सबोंका वृत्तान्त लिखना बाहुल्य है। पक्के पयःसेतु के आगे (नीचे की ओर) प्राय पौन







पार्श्व की

पक्का पुल:

पानीका परिमाण

नहर की भूमिके समतल

मेल तक कच्चा पयःसेतु है, जो नहर की ऊंची पटड़ी में जा मिलता है; और वहां कठिन कार्य समाप्त हो जाता है। नहर के पयःसेतु का चित्र पट ८ में दृष्ट होगा।

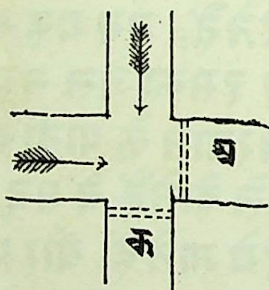
३८। द्वितीय अवस्था में जहां कि नाले की भूमि नहर की भूमि के समान है; यदि नाला छोटा सा हो अर्थात् उसमें कभी २ अल्प जलमात्र आता हो तो नहर के साथ केवल उसे मिला देते हैं; नहर की पटड़ी में उसका पक्का महराबदार मुख बना देते हैं; तब यह अवसार(१) नाली कहलाता है और इसका जल नहर के जल में मिल जाता है। बरसात के पानी के निकास के लिये जितने नाले होते हैं वे सब इसी प्रकार से नहर से मिला दिये जाते हैं; और एतद्भिन्न नहर से कुछ २ दूर पर उपयुक्त स्थान में अवसार मुख बनाये जाते हैं। पर जब नहर समभूमि में आ जाती है तब ऐसे अवसारों की आवश्यकता अल्प होती है, क्योंकि वृष्टि का जल अधिकांश नदी की ओर बह जाता है।

३९। पर यदि नाला बड़ा हो और उसमें अधिक परिमाण जल अच्छे वेग के साथ बहता हो

(१) Inlet

तो उक्त उपाय से कार्य्य सिद्धि नहि होगी, क्योंकि पानी के साथ जो बहुत कीच आती है उससे नहर की भूमि भर जायगी और नहर का पानी रुकेगा; सिवाय इसके नाले के जल से पटड़ी प्रभृति की हानि की भी सम्भावना है। इस हेतु इस प्रकार नालों के लिये विशेष उपाय अवलम्बन करना होता है जिसका वर्णन आगे करते हैं। ऐसा नाला नहर के पार निकाल दिया जाता है जैसे चित्र मे।

(चित्र ६)



इस चित्र मे कल्पना करो कि क नहर पर एक नियामक सेतु है जिसमे यथा रीति कपाट लगे हुए हैं। और ख (निःसार) नाले पर बांध है इसमे भी कपाट लगे हुए हैं। साधारण समय मे ख बन्द रहता है और क खुला हुआ होता है, ताकि नहर यथा रीति बहती रहे; परन्तु जब नाले मे जल आता है

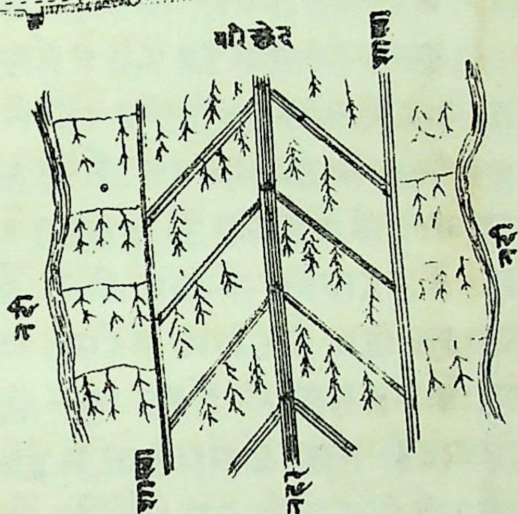


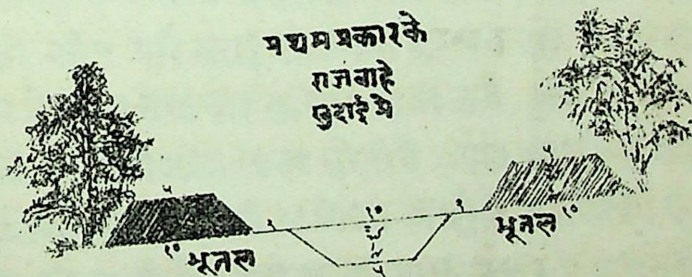


प्लेट ११

राजबाहे

राजबाहों और नहर का साधारण क्रम





दूसरे प्रकार के राजबाहे भराई में

पेला प्रायशः १ फुट से २ फुट तक ऊंची होती है परिच्छेद का आकार चित्र मे स्पष्ट होगा। राजवहे की भूमि की सलामी ऐसी होनी चाहिये जिससे जलका अधिकतम वेग हो पर मट्टी कटे नहिं। और गहराई अल्प होने से भी नहर अपेला राजवहे की भूमि की सलामी अधिक होगी। सो राजवहे के लिये मील मे १ फुट की सलामी दीजाय तो कुछ अधिक नहिं। पृथिवी की स्वाभाविक सलामी उससे अधिक हो तो अवपात की भी आवश्यकता हो सकती है। राजवहों के अवपातों के निर्म्माण के नियम वहि हैं जो कि नहर के अवपात के हैं। जहां एक राजवहा दूसरे मे मिलता है वहां अवपात होसके तो एक लाभ यह है कि सारा जल शीघ्रता से दूसरे राजवहे मे जा गिरने से उसमे कीच बहुत सञ्चित न होने पावेगी। राजवहे मे जहां होसके निःसार नाला रखना भी अच्छा है। वर्ष मे दो वार राजवहे की कीच परिष्कार की जाती है; एक वार चैत वैशाख मे, और एक वार कुआंर कार्तिक मे, जब कि जल की आवश्यकता अल्प होती है। पुल प्रभृति के पक्के फ़र्शों से राजवहे की भूमि की निर्धारित सलामी ठीक की जाती है। यमुना की प्राची नहर मे राजवहों

का मुख ६ फुट चौड़ा है और उनके पोषक(१) नाले (जिनके द्वारा राजवहों को बीच२ मे नहर से जल मिलता है) ३ फुट चौड़े हैं। राजवहे के परिच्छेद का वर्गमान, आवश्यक जलराशि के परिमाण पर निर्भर करता है और यथोक्त, जलसेक योग्य भूमि के क्षेत्रफल पर। राजवहों मे खालों के मुख पर लम्बे कुलावे पटड़ी के नीचे लगते हैं; यमुना की प्राची नहर पर इन कुलावों के भीतर का परिच्छेद ८० वर्गइञ्च है। कुलावे राजवहे की लम्ब दिशा मे (उसकी भूमि से कुछ ऊंचे) (समतल) लगाये जाते हैं।

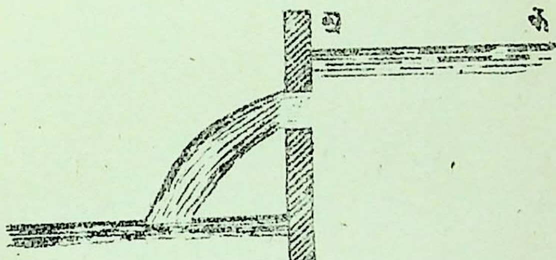
उपसंहार

४३। इस (जलसेक) प्रकरण मे और कई विषयों का भी वर्णन प्रायशः हुआ करता है, यथा पहाड़ों के जल को रोक कर नहारा तलाव वा सरोवर बनाना, बांधों से नदी के विस्तार को नगर की रक्षा वा कृषि कार्य के निमित्त रोकना, प्लावित जल को नहर मे लाकर नहारा एक ऋतु मे सेक कार्य्य सम्पादन इत्यादि; पर ग्रन्थ बाहुल्य के भय से इन सब विषयों का विशेष वर्णन हम यहां परित्याग करते हैं। वस्तुतः इन के वर्णन की बहुत आवश्यकता भी नहि क्योंकि वर्णित विषयों के द्वारा तत्व की अवगति हो जाने से नि

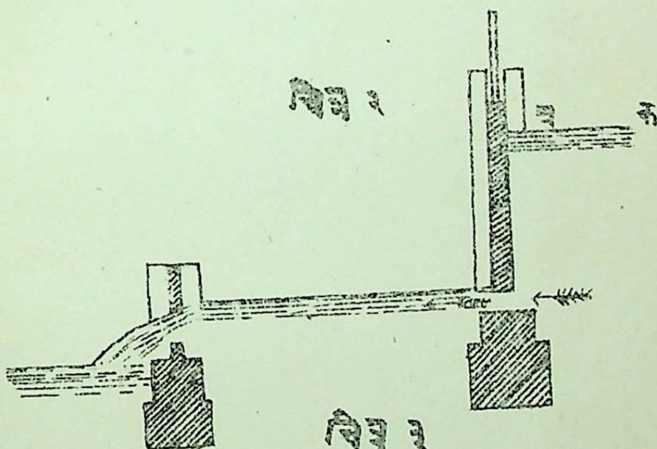
(१) Feeder

श्रोता इन विषयों की रीति अपने चित्त से स्वयं उद्भावना कर सकता है ॥

পট ১২

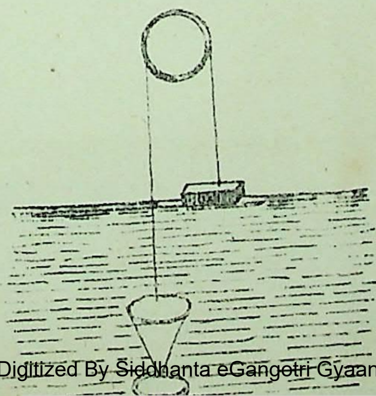


চিত্র ১

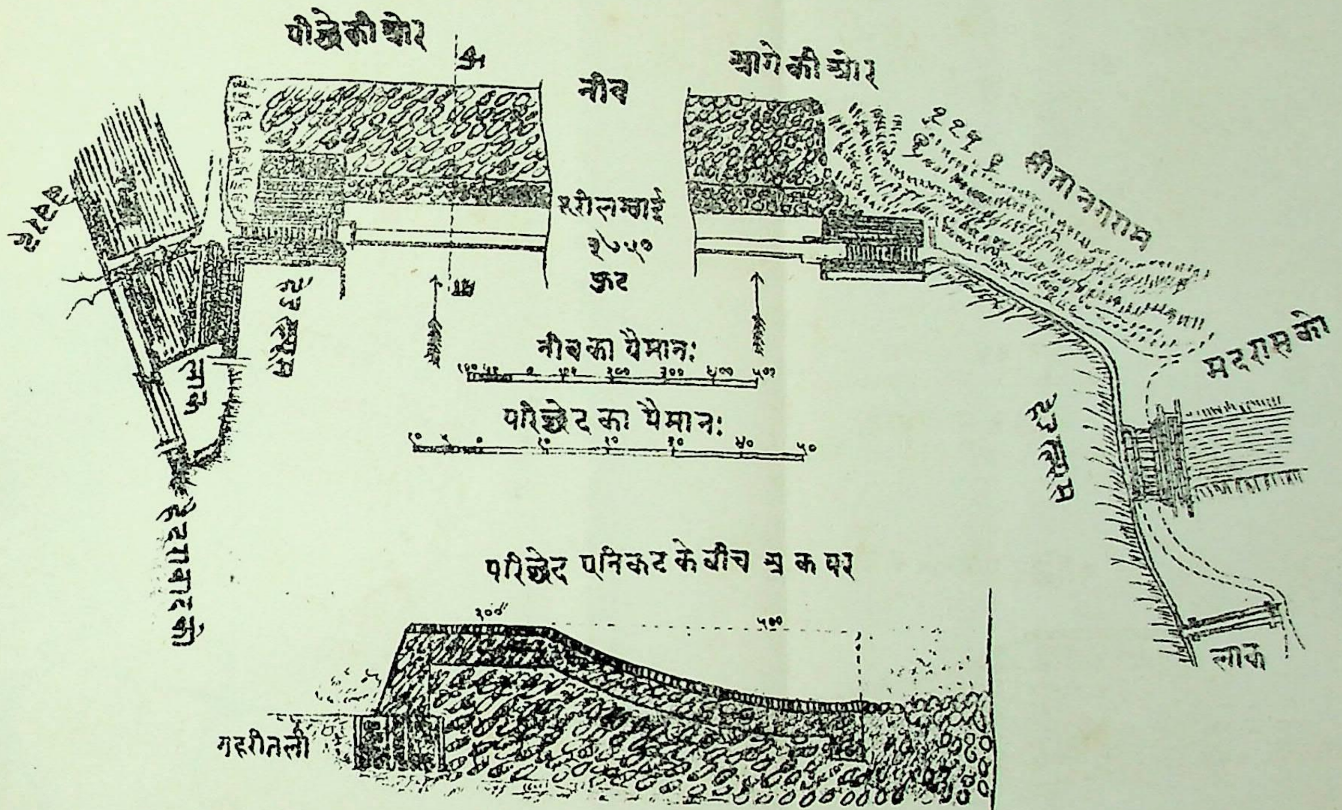


চিত্র ২

চিত্র ৩



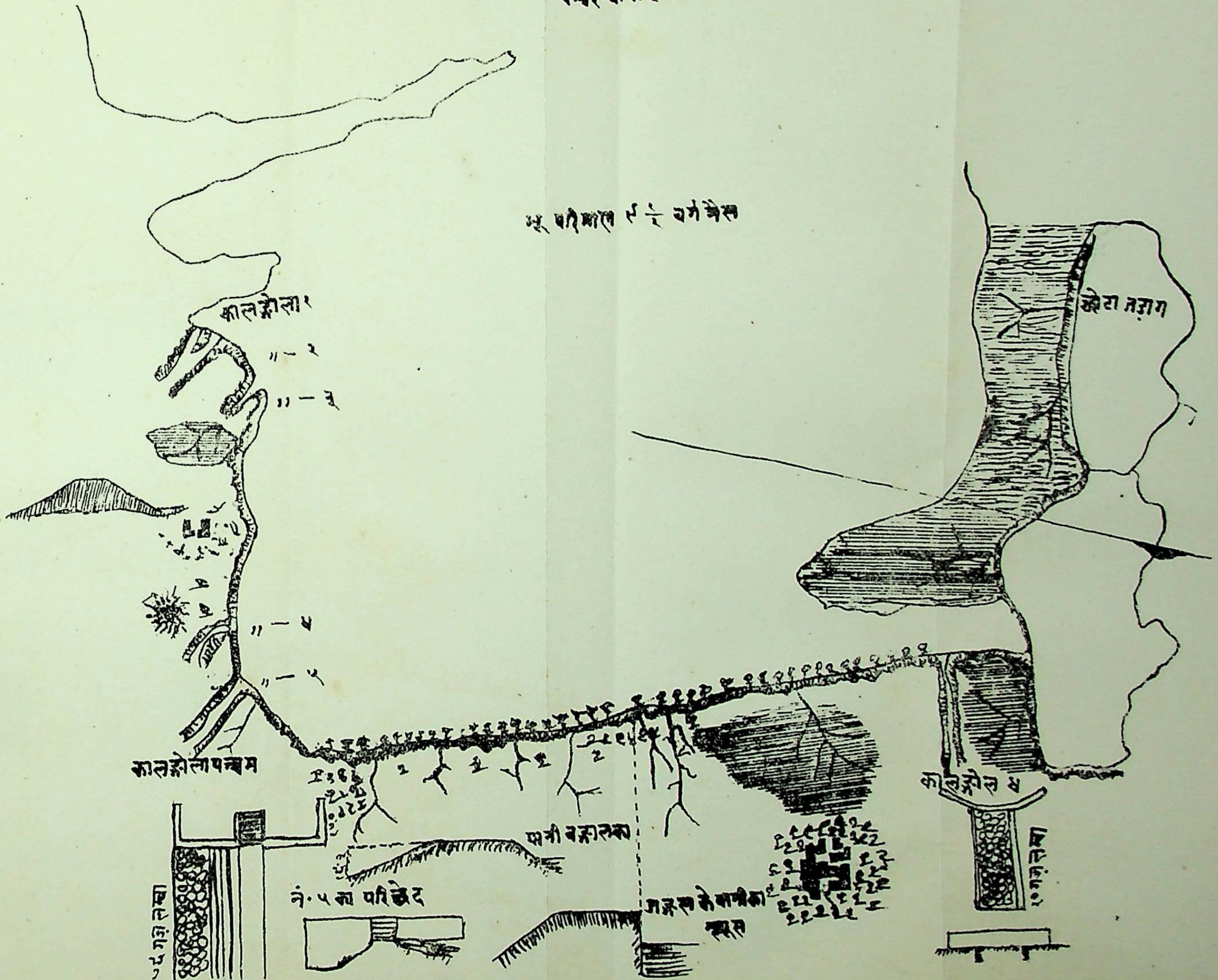
कृष्णा पनिकट


पीछे की ओर
नीव
आगे की ओर
१८५१ फीट लम्बाई
१७५० फुट
नीव का पैमाना
परिच्छेद का पैमाना
परिच्छेद पनिकट के बीच अ क पर
गहरी तली
मदरास को

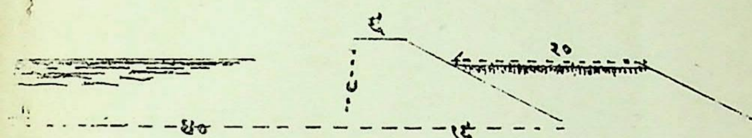
प्लेट १४

कश्मीरस्याकम सरः

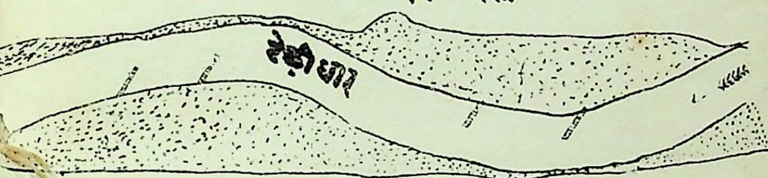
भू. परिमाण ४ ½ वर्ग कोस



जल स्रावण का बांध



मकोलों से नहर की रक्षा



पखोलों का परिच्छेद और भूमि

